



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : **91403252.9**

⑤ Int. Cl.⁵ : **B02C 21/00, B02C 23/32, B02C 19/00**

⑳ Date de dépôt : **29.11.91**

⑳ Priorité : **06.12.90 FR 9015316**

⑦ Inventeur : **Paliard, Maurice**
23, rue Gambetta
F-42000 Saint Etienne (FR)
 Inventeur : **Dupuis, Jacques**
10, allée Henri Dunant
F-69380 Chazay D'Azergues (FR)

④ Date de publication de la demande :
10.06.92 Bulletin 92/24

⑧ Etats contractants désignés :
AT BE DE DK ES GB IT LU NL

⑦ Mandataire : **Durand, Yves Armand Louis et al**
CABINET WEINSTEIN 20, Avenue de
Friedland
F-75008 Paris (FR)

⑦ Demandeur : **CLE**
170 Place Henri Regnault
F-92400 COURBEVOIE (FR)

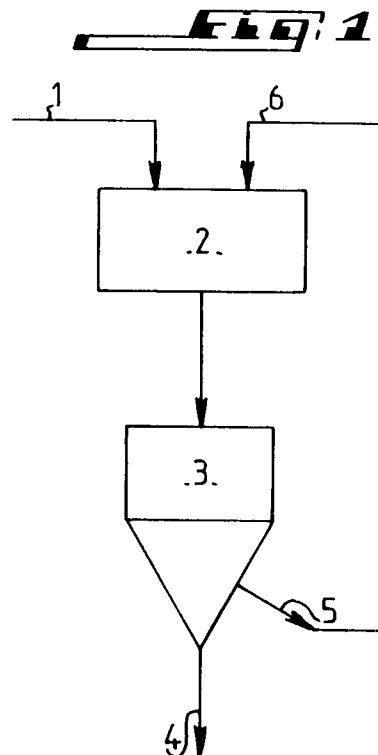
⑤ Procédé de broyage de matières cassantes comportant pour la mise en oeuvre du procédé une désagglomération sélective et installation.

⑦ Procédé de broyage de matières cassantes permettant d'obtenir un produit de grande finesse.

La matière brute (1) alimente un broyeur à rouleaux (2) dont le produit, qui contient des agglomérats, est envoyé dans un désagglomérateur - séparateur (3). Les fines particules sont évacuées (4) et les particules grossières sont recyclées (6).

A titre caractéristique, on limite le taux de désagglomération dans le désagglomérateur.

Application au clinker de ciment et à diverses substances minérales.



La présente invention concerne un procédé amélioré de broyage fin de particules solides de matières cassantes, notamment de particules solides de matières minérales cassantes.

Par matières cassantes, on entend les matières qui se rompent sous l'action de forces mécaniques en fragments plus petits, même si une déformation élastique précède la rupture. Les matières plastiques qui se déforment essentiellement sans rupture sont donc exclues de cette définition.

On a déjà proposé de broyer (moudre) finement des particules solides, plus ou moins grosses de matières solides cassantes en utilisant divers appareils, notamment des broyeurs à compression lente tels que des broyeurs à rouleaux, comme décrit par exemple dans les brevets FR - 2 610 540, 2 628 412 et 2 634 402, ou encore des broyeurs à meules ou certains broyeurs à boulets qui provoquent eux aussi une formation d'agglomérats.

Le broyage des particules de charge dans ces appareils s'accompagne, en effet, d'une agglomération des fines particules obtenues sous forme d'agrégats ou agglomérats qu'il est ensuite nécessaire de dissocier par un apport mécanique ultérieur dont l'intensité est habituellement moins grande que celle appliquée lors du broyage/agglomération. Pour cela, on peut utiliser un broyeur à boulets, un groupe sole distributrice-séparateur pneumatique ou un séparateur calibreur. On peut aussi utiliser un appareil n'ayant qu'une action de désintégration (EP - 84 383 et FR - 2 616 359).

Il est également connu de ces deux derniers documents de recycler une partie des produits sortant du broyeur à ce même broyeur, soit tels quels, soit après un simple tamisage mécanique ou aéraulique (on ne recycle alors que les particules ou agglomérés refusés par le tamis), soit enfin après désintégration et tamisage (on ne recycle alors que des particules non-cassées ou insuffisamment cassées et non des agglomérats puisque ceux-ci ont été désintégrés).

Dans un but de simplification du procédé et de l'installation, l'un des inventeurs a également décrit et utilisé une installation, comportant un broyeur à cylindre associé à un dispositif performant de désagglomération pour le broyage fin, ledit dispositif de désagglomération étant de préférence intégré dans le séparateur permettant de sélectionner le produit fini sortant de l'installation de broyage (M. PALIARD-F. COCHET-Zement Kalk Gips-2-1990-pp 71 à 76).

Dans l'installation ainsi décrite, le dispositif de désagglomération a été choisi très performant (taux de désagglomération de 80 à 85%) pour permettre d'extraire à chaque passage le plus possible de produit fini. L'exploitation de l'installation a montré que ceci conduisait à une consommation importante d'énergie pour la seule désagglomération et à des difficultés pour produire les ciments les plus fins.

L'objet de la présente invention est d'éviter un

gaspillage inutile d'énergie pour désagglomérer les agglomérats les plus résistants formés lors du broyage à la presse et dont on a observé qu'ils peuvent être très économiquement désintégrés par une nouvelle application de l'effort de broyage par cisaillement compression dans la presse à cylindre.

L'objet de l'invention est également une installation de broyage permettant le broyage des produits les plus fins dans des conditions économiques, avec une presse à rouleaux.

Ainsi l'invention concerne un procédé et un équipement qui permettent de réduire la consommation globale d'énergie et l'usure des équipements dans une installation de broyage comportant principalement une presse à rouleaux, un désagglomérateur et un séparateur de particules, de préférence un séparateur pneumatique.

L'effet recherché est obtenu en maintenant entre 10 et 60% et de préférence entre 20 et 50% le taux global de désagglomération du désagglomérateur placé dans le circuit (mesuré pour le passant à d50). Ce qui a pour effet de transférer une partie du travail de la désagglomération à l'équipement principal de broyage, à savoir la presse à rouleau où cette désagglomération est réalisée pour un coût énergétique et d'usure supplémentaire négligeable.

Ainsi l'invention est basée sur l'observation surprenante selon laquelle une désagglomération sélective permet d'utiliser plus économiquement d'une part les forces de pression du broyeur à rouleaux et d'autre part les forces d'impact du désagglomérateur.

Le procédé de l'invention comprend les étapes qui consistent à soumettre à un broyage, dans une zone de broyage à compression lente, en particulier dans un broyeur à rouleaux, une matière brute cassante, en grains élémentaires de départ, dans des conditions de formation d'agrégats de grains élémentaires plus petits que les grains élémentaires de la matière brute de départ, ledit broyage étant suivi d'une désagglomération contrôlée desdits agrégats, dans une zone de désagglomération et de séparation entre particules suffisamment fines, qui sont retirées du procédé, et particules insuffisamment fines, qui sont recyclées à la zone de broyage, caractérisé en ce que le taux (rendement) de désagglomération est maintenu entre 10 et 60% et de préférence entre 20 et 50% dans la zone de désagglomération. Le taux (rendement) de désagglomération étant défini par le rapport pondéral entre la quantité de passants libérés par la désagglomération et la quantité maximum de passants libérables, mesurées pour une taille de grains déterminée et de préférence pour la maille d50 du produit fini.

Pour une meilleure compréhension de l'invention, on se reportera utilement aux 3 figures annexées.

La figure 1 représente un circuit de broyage connu, en circuit fermé, où la matière brute du conduit 1 arrive dans le broyeur 2 puis rentre dans le sépara-

teur 3. Après sélection le produit fini sort en 4 et les particules les plus grosses qui sortent par le conduit 5 sont recyclées au broyeur en 6. Ce circuit de broyage est utilisé de préférence lorsque la matière ne s'agglomère pas ou ne s'agglomère que faiblement au cours du broyage.

La figure 2 représente une autre mode connu de système de broyage utilisé dans le cas où la matière subit une agglomération au cours du processus de broyage. Dans ce cas, la matière brute broyée et agglomérée dans l'appareil 2 subit une désintégration dans l'appareil 7, afin de détruire les agglomérats formés. La matière est ensuite triée dans un séparateur 3 pour en extraire le produit fini et seules les particules élémentaires les plus grosses sont recyclées au broyeur en 6. Dans les installations connues de ce type, afin de réaliser une désintégration la plus complète de la matière, on utilise généralement comme désintégrateur n° 7, un appareil du type concasseur à percussion, broyeur vibrant ou bien broyeur à boulets. On effectue ainsi une désintégration souvent accompagnée d'un broyage complémentaire de la matière.

Il est clair que le dispositif de la figure 2 peut être utilisé pour mettre en oeuvre l'invention. Dans ce cas, on limite le taux de désagglomération dans le désagglomérateur 7, de manière à lui donner une valeur définie plus haut.

La figure 3 représente un mode particulier et préféré de réalisation conforme à l'invention.

La matière brute provenant de 1 est répartie par le volet directionnel 12 vers l'alimentation du broyeur 1 par 11 et vers l'appareil n° 8 par 13.

La matière broyée et agglomérée dans le broyeur 2 est divisée en deux flux par le volet directionnel 14, une partie de cette matière est directement recyclée par le conduit 16 au broyeur 1 sans avoir subi aucun traitement, tandis que l'autre fraction de la matière est dirigée par le conduit 15 dans l'appareil 8.

L'appareil 8 est un désagglomérateur qui fonctionne dans des conditions assurant une désagglomération partielle et sélective des agrégats présents dans la matière venant du conduit 15. L'appareil 9 est un séparateur, par exemple un séparateur aéraulique (pneumatique), qui reçoit la matière venant du désagglomérateur sélectif 8. Ce dernier est de préférence conçu de manière à être intégré dans le séparateur 9 pour réaliser simultanément les fonctions de désagglomération et de triage.

Le produit fini est évacué du séparateur 9 par le conduit 4, tandis que les rejets du séparateur 9, évacués par le conduit 5, sont renvoyés au broyeur 2 avec la matière venant du conduit 16.

Il est clair qu'à titre de variante, on peut ne pas utiliser le conduit 13 et/ou le conduit 16, ni, dans ce cas, les diviseurs de flux 12 et 14.

Pour obtenir une désagglomération partielle et sélective des agrégats issus du broyeur, on soumet

lesdits agrégats à des efforts mécaniques, de préférence des chocs contrôlés. Les facteurs sur lesquels on peut agir sont, par exemple, l'intensité des chocs, leur nombre, la forme des surfaces exerçant ces chocs, la vitesse de rotation dans le cas de battoirs tournant autour d'un axe et le temps de séjour.

L'équipement employé pour réaliser le plus économiquement possible une désagglomération partielle du produit broyé à la presse à rouleaux combine des chocs, de préférence à faible vitesse d'impact, avec des surfaces dures et des cisaillements dans une couche dense de matières "en suspension" dans l'air ou autre gaz inerte. La vitesse moyenne d'impact est avantageusement de 3 à 100 m/s, de préférence 5 à 30 m/s.

Le désagglomérateur est avantageusement un désagglomérateur à axe vertical; il est de préférence intégré dans la construction du séparateur pneumatique et entraîné en rotation sur le même arbre que la turbine de sélection du séparateur (EP - 80 104 199.7). Avec cet appareil, les pales d'impact en métal, céramique ou autre matériau résistant à l'usure sont réparties sur un anneau horizontal tournant à une vitesse telle que la vitesse d'impact au centre de la pale, (vitesse moyenne d'impact) soit de préférence comprise entre 8 et 26 m/s et de manière encore plus préférée entre 8 et 16 m/s.

On décrit, ci-après, des conditions préférées de mise en oeuvre.

Les pales d'impact tournent à l'intérieur d'un cylindre revêtu d'un blindage dont le relief s'oppose au mouvement en rotation de la matière entraînée par les pales. L'amplitude de ce relief est comprise avantageusement entre 1% et 6% du diamètre de ce cylindre et de préférence entre 2% et 4% du diamètre.

Les efforts de cisaillement s'exercent pour l'essentiel dans la chambre de cisaillement comprise entre les plaques d'impact et le blindage du cylindre extérieur. Le volume de cette chambre est très utilement compris entre 0,0001 et 0,001 m³ par t/h de produit à désagglomérer et de préférence entre 0,00015 et 0,0006 m³ par t/h de produit à désagglomérer.

La surface d'impact des pales est orientée vers le haut et vers l'extérieur par rapport au plan vertical qui comporte le rayon du disque passant par le centre de la plaque. L'angle d'orientation vers le haut est de préférence compris entre 3 et 30°, l'angle d'orientation vers l'extérieur est de préférence compris entre 5 et 45°.

La matière est alimentée par une ou plusieurs goulottes par gravité au droit de la face supérieure de l'anneau décrit par les pales d'impact et s'écoule par gravité vers le bas de la chambre de cisaillement.

Dans le mode de réalisation préféré le désagglomérateur est situé à l'intérieur du séparateur pneumatique et la matière s'écoule directement de la chambre de cisaillement sur le plateau répartiteur situé sur la face supérieure de la turbine de sélection du sépara-

teur pneumatique.

Pour une meilleure compréhension de l'invention, on donne, ci-après, la définition des termes utilisés.

– Grains élémentaires : ce sont des grains de matière fragile caractérisés par le fait que, suite à l'application d'un effort suffisant, on observe une rupture de ces grains sans déformation plastique préalable significative (une déformation élastique peut cependant être observée).

– Agrégats ou agglomérés : il s'agit d'un ensemble de grains élémentaires agglomérés entre eux dont la cohésion peut être détruite par application d'un effort inférieur à celui nécessaire à la rupture des grains élémentaires.

– Matière brute : il s'agit de la matière introduite pour la première fois dans le système de broyage.

– Granulométrie apparente : il s'agit de la granulométrie de la matière telle que prélevée dans le circuit de broyage. Cette matière peut être constituée d'agrégats et de grains élémentaires.

– Granulométrie élémentaire : il s'agit de la granulométrie de la matière ayant subi une désagglomération permettant de libérer complètement les grains élémentaires.

– Quantité de passants à une dimension (d) : il s'agit de la proportion de grains (exprimée en % de la masse totale de l'échantillon) dont la dimension moyenne est inférieure à (d).

– Taux de désagglomération : celui-ci est défini par le rapport entre la quantité de passants (à une maille de tamisage donnée) libérés par le désagglomérateur et la quantité de passants (à la même maille de tamisage) maximum libérables.

Le taux de désagglomération pour un circuit de broyage est mesuré de préférence pour la maille de tamisage correspondant au d50 du produit fini (c'est la maille du tamis théorique que 50% du produit fini traverserait).

Le taux de désagglomération pour un produit donné est mesuré sur le passant à d50 du produit fini de la façon suivante :

En vue d'obtenir une désagglomération complète du produit alimenté au désagglomérateur sans broyage complémentaire de celui-ci, ce produit (A) est mis en suspension dans un liquide ne réagissant pas avec lui et dispersé par agitation mécanique et application d'ultrasons aussi longtemps que nécessaire pour que la granulométrie n'évolue plus. Le liquide est par exemple un alcool tel que méthanol, éthanol ou propanol, un éther ou un hydrocarbure tel que benzène, hexane ou analogues. On mesure après cette désagglomération (réputée totale) par granulométrie laser en milieu liquide la granulométrie vrai (sans agglomérats) du produit et en particulier le pourcentage de produit passant pour la maille de coupure correspondant au d50 du produit fini. On mesure également par granulométrie laser en milieu liquide, la granulométrie apparente (minimum d'agitation et

sans application d'ultrason) du produit tel qu'alimenté au désagglomérateur (A) et tel que sortant de ce dernier (S), et en particulier le pourcentage de produit passant pour la maille de coupure correspondant au d50 du produit fini.

La maille d50 du produit fini est mesurée sur le produit fini dispersé en milieu liquide par agitation et application d'ultrasons aussi longtemps que nécessaire pour que la granulométrie n'évolue plus. La mesure est effectuée par granulométrie laser en milieu liquide. La maille d50 est la dimension telle que 50% des particules sont plus grandes que cette dimension et 50% des particules sont plus petites que cette dimension.

Le taux de désagglomération (t) pour un produit donné (mesuré au d50 du produit fini) est défini de la façon suivante :

Xt pourcentage de passant à d50 (pf) après désagglomération totale du produit.

Xa pourcentage de passant à d50 (pf) à l'alimentation du désagglomérateur mécanique.

Xs pourcentage de passant à d50 (pf) à la sortie du désagglomérateur mécanique.

$$t(\%) = \frac{X_s - X_a}{X_t - X_a} \times 100$$

A titre d'exemple on a fait fonctionner une installation comprenant un broyeur à cylindres alimenté en clinker de ciment, un désagglomérateur et une trieuse pneumatique. On a analysé la granulométrie avant et après passage dans le désagglomérateur selon la méthode expliquée plus haut, on a obtenu les résultats suivants :

$$d50(pf) = 16.10^{-3} \text{ mm}$$

$$X_t = 9,4\%$$

$$X_a = 6,9\%$$

$$X_s = 7,7\%$$

d'où

$$t(\%) = 100 \times \frac{7,7 - 6,9}{9,4 - 6,9}$$

$$t(\%) = 32\%$$

Les avantages obtenus par le procédé sont notamment les suivants :

Pour une même qualité de produit, le procédé de broyage suivant l'invention permet de réduire de plus de 50% l'énergie de désagglomération sans augmentation de l'énergie de broyage par rapport à l'état antérieur de la technique soit une économie de 0,2 à 0,6 Kwh/t de produit fini. Ceci correspond à une économie de 1 à 3% sur l'énergie de broyage.

Par ailleurs, pour le broyage de ciments fins en particulier (surface Blaine supérieure à 3500 cm²/g) on doit recycler à la presse une quantité très importante de particules fines plus petites que 200 microns, ces particules en piégeant de l'air dans la charge provoquent un écoulement instable de la matière dans la presse. Le procédé de broyage selon l'invention en permettant de recycler ces particules fines sous forme d'agglomérat assure la stabilité d'alimentation

de la charge à la presse. Pour les grandes finesses le procédé selon l'invention permet d'augmenter de 20 à 100% la vitesse de rotation de la presse et donc son débit.

Enfin au niveau du désagglomérateur lui-même le procédé de broyage suivant l'invention permet d'utiliser le même entraînement (moteur, réducteur, arbre) pour le désagglomérateur et le sélecteur pneumatique ce qui est une source d'économie d'investissement et d'entretien, et ceci sans avoir recours à des systèmes sophistiqués (rangées multiples de doigts de broyage par exemple) coûteux en pièces d'usure.

L'invention concerne également une installation pour la mise en oeuvre du procédé décrit, ci-dessus. Cette installation comprend au moins un broyeur à compression lente, des moyens pour désagglomérer et trier le produit issu du broyeur par compression lente et des moyens pour collecter les particules fines triées et pour renvoyer au broyeur par compression lente les grosses particules triées. Cette installation est équipée de moyens pour prélever et analyser au moins une fraction des produits à l'alimentation des moyens pour désagglomérer, et au moins une fraction des produits issus du désagglomérateur, les moyens d'analyses étant adaptés pour déterminer le taux de désagglomération entre l'entrée et la sortie des moyens de désagglomération.

De préférence l'installation est telle que le broyeur est un broyeur à rouleaux et les moyens pour désagglomérer et trier comportent des moyens pour simultanément mettre les particules en suspension dans le gaz et soumettre les particules en suspension dans le gaz à des chocs et séparer les particules relativement fines des particules relativement grosses qui résultent de ces chocs.

Revendications

1- Procédé de broyage fin de particules solides de matières cassantes, comprenant les étapes qui consistent à soumettre à un broyage, dans une zone de broyage à compression lente, en particulier dans un broyeur à rouleaux, une matière brute cassante, en grains élémentaires de départ, dans des conditions de formation au moins partielle d'agrégats de grains élémentaires plus petits que les grains élémentaires de départ, ledit broyage étant suivi d'une désagglomération contrôlée desdits agrégats dans une zone de désagglomération et de la séparation entre particules suffisamment fines, qui sont retirées et constituent le produit, et particules insuffisamment fines, qui sont recyclées à la zone de broyage, caractérisé en ce que le taux de désagglomération est maintenu entre 10 et 60% dans la zone de désagglomération, le taux de désagglomération étant défini par le rapport pondéral entre la quantité de passants libérés par la désagglomération et la quantité maximale de pas-

sants libérables, mesurées pour une taille de tamis déterminée en fonction du produit désiré.

2- Procédé selon la revendication 1, dans lequel on maintient le taux de désagglomération entre 20 et 50%.

3- Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la désagglomération est effectuée en soumettant la matière à désagglomérer à des chocs avec des surfaces dures.

4- Procédé selon la revendication 3, dans lequel les chocs sont effectués avec une vitesse moyenne d'impact de 3 à 100 m/s, de préférence 5 à 30 m/s.

5- Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel les chocs sont effectués à l'aide de pales tournant à l'intérieur d'une enceinte cylindrique d'axe sensiblement vertical, l'angle d'orientation des pales vers le haut étant compris entre 3 et 30° et vers l'extérieur entre 5 et 45°.

6- Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 dans lequel le volume compris entre les surfaces dures d'impact et les blindages périphériques situés au droit de ces surfaces d'impacts est compris entre 0,0001 et 0,001 m³ par t/h de produit à désagglomérer et de préférence entre 0,00015 et 0,0006 m³ par t/h de produit à désagglomérer.

7- Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel les fines particules formées au cours de la désagglomération sont séparées et évacuées au fur et à mesure de leur formation, de préférence par entraînement à l'air.

8- Installation pour la mise en oeuvre du procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 7 comprenant au moins un broyeur à compression lente, des moyens pour désagglomérer et trier le produit issu du broyeur par compression lente et des moyens pour collecter les particules fines triées et pour renvoyer au broyeur par compression lente les grosses particules triées, caractérisée en ce que l'installation est équipée de moyens pour prélever et analyser au moins une fraction des produits du broyeur à l'alimentation des moyens pour désagglomérer et au moins une fraction des produits issus du désagglomérateur, les moyens d'analyses étant adaptés pour déterminer le taux de désagglomération entre l'entrée et la sortie des moyens de désagglomération.

9- Installation selon la revendication 7 dans laquelle le broyeur est un broyeur à rouleaux et dans laquelle les moyens pour désagglomérer et trier sont caractérisés en ce qu'ils comportent des moyens pour simultanément mettre des particules en suspension dans un gaz et soumettre les particules en suspension dans le gaz à des chocs et séparer les particules relativement fines des particules relativement grosses qui résultent de ces chocs.

FIG. 1

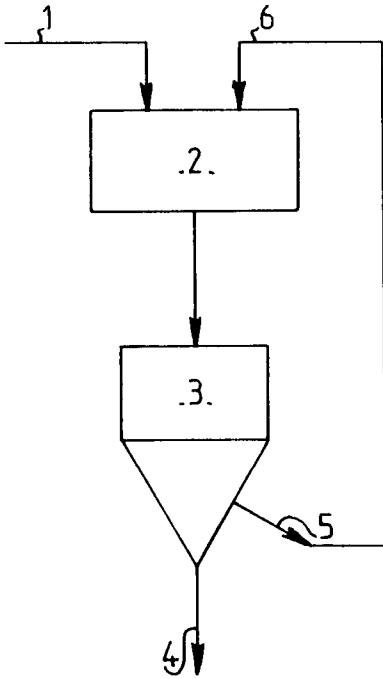


FIG. 2

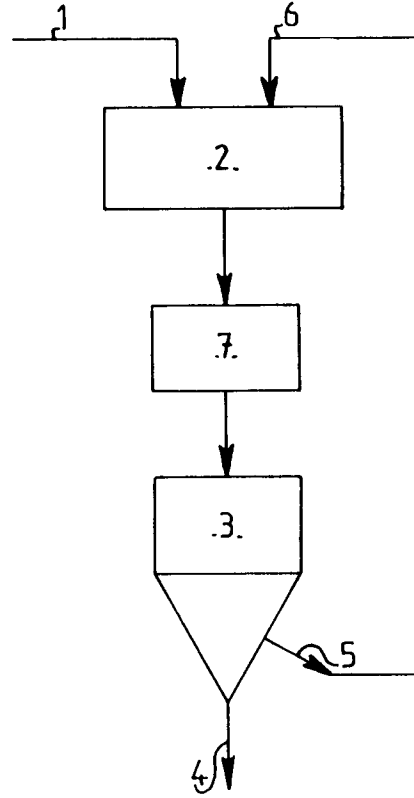
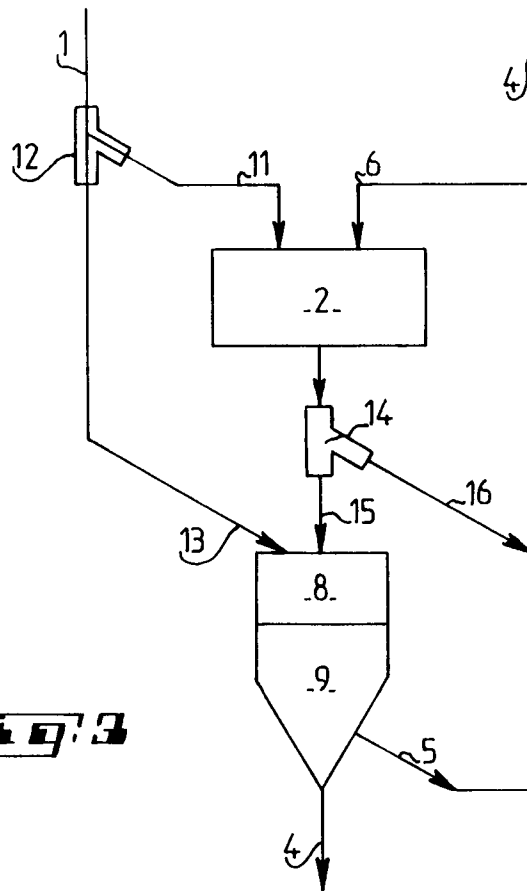


FIG. 3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 3252

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 220 681 (KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG) * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 51 * -----	1-9	B02C21/00 B02C23/32 B02C19/00
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B02C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11 MARS 1992	Examineur OECHSNER DE CONINCK
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)