

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 16149**

(54) Procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension et appareil pour mettre en œuvre ce procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). B 01 J 2/04; C 04 B 1/06; C 05 D 3/02.

(22) Date de dépôt..... 24 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 8 du 25-2-1983.

(71) Déposant : MINSKY NAUCHNO — ISSLEDOVATELSKY INSTITUT STROITELNYKH MATERIA-  
LOV. — SU.

(72) Invention de : V. L. Bildjukevich, L. N. Turovsky, V. J. Meleshko, D. T. Yakimovich, V. A.  
Lebedkova, B. K. Demidovich, G. Z. Plavnik, N. N. Dubrovsky, E. A. Proskalovich et A. I.  
Pivovarov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Marc-Roger Hirsch, conseil en brevets,  
34, rue de Bassano, 75008 Paris.

PROCEDE D'OBTENTION DE PRODUITS GRANULES A PARTIR D'UNE  
SUSPENSION ET APPAREIL POUR METTRE EN OEUVRE CE PROCEDE

La présente invention concerne la technique de transformation de matériaux en produits granulés et se rapporte plus particulièrement à un  
5 procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension et à un appareil pour mettre en oeuvre ce procédé.

L'invention est surtout avantageusement applicable au traitement thermique de suspensions minérales, p.ex. de boues de matières crayeuses et de boues formant les matières premières de cimenteries, de concentrés de mine-  
10 rais, etc. dans la fabrication des matériaux de construction, ainsi que dans les industries chimiques, métallurgiques et autres. L'invention est tout aussi bien applicable au traitement des déchets de diverses productions, par exemple de récupération de chaux à partir des déchets de fabrication du sucre, des déchets de la purification chimique de l'eau et des déchets de fabrication  
15 de la pâte chimique. L'invention peut être également utilisée pour l'obtention de produits de haute qualité à partir de matières premières non conditionnées.

De nos jours, en raison de l'épuisement progressif des réserves de matières premières sèches conditionnées, se pose le problème du traitement  
20 de matériaux se trouvant naturellement à l'état humide et contenant par exemple de 25 à 28% d'humidité. De tels matériaux comportent souvent des inclusions étrangères qui rendent pratiquement impossible leur traitement par les techniques classiques en vue de l'obtention d'un produit de haute qualité. Par exemple, les craies humides non cohérentes, qu'on peut utiliser dans la  
25 production de chaux et de ciment, ainsi que les argiles employées dans la fabrication des briques et des carreaux céramiques, contiennent une quantité appréciable d'inclusions dures dont les particules peuvent être de calibres ou de dimensions différents. L'épuration de tels matériaux en vue de les débarrasser des impuretés étrangères n'est possible que par leur transformation  
30 en suspension ayant une fluidité suffisante. De telles suspensions

ont d'ordinaire une teneur en humidité de 37,0 à 42,0%.

Il est à noter que la technique de transformation des suspensions est actuellement, d'un grand intérêt pratique, notamment en raison de la pollution du milieu ambiant par les déchets de diverses productions. Le traitement de tels déchets avec la possibilité d'obtenir des produits utilisables dans diverses technologies permet la disparition de pratiquement tous les déchets, ce qui permet de réduire les dépenses de production. Par exemple, on peut traiter le résidu du filtre de l'industrie sucrière pour récupérer à partir de celui-ci la chaux et le gaz carbonique, les déchets de la production de la pâte kraft et de la purification chimique de l'eau pour récupérer la chaux et les engrais chimiques, les déchets des procédés métallurgiques, etc.

De nos jours, on emploie le plus souvent pour le traitement des suspensions, des méthodes de séchage par pulvérisation permettant d'intensifier considérablement les processus de séchage grâce à la formation d'une surface augmentée du matériau à sécher et au traitement thermique dudit matériau sous la forme de suspension. Cependant, le matériau ainsi séché peut avoir une composition granulométrique non homogène et contenir une grande quantité de fractions fines. Or, on a souvent besoin d'un matériau séché essentiellement monofractionné ayant un calibre ou dimension des granules de 250 à 800  $\mu\text{m}$ . Par exemple, dans la production du ciment, où l'on chauffe les granules séchés jusqu'à une température élevée et les décarbonise, le calibre desdits granules doit être compris entre 400 et 800  $\mu\text{m}$ . Dans la production industrielle des engrais chimiques, il faut en outre que le matériau soit sous forme de granules ayant un calibre de l'ordre de 200 à 400  $\mu\text{m}$ , sans contenir de fractions poussiéreuses (de calibre inférieur à 20  $\mu\text{m}$ ).

On sait que la granulation d'un matériau n'est possible que par l'emploi de procédés et de dispositifs appropriés. Il serait cependant avantageux de se passer de dispositifs spéciaux de granulation, s'il était possible d'effectuer cette opération au cours du processus de séchage lui-même.

Il est à noter que certains procédés technologiques nécessitent, outre le séchage du matériau, le traitement thermique à haute température du matériau, ce qui peut exercer une influence importante sur l'exécution du traitement ultérieur du produit ayant été soumis audit traitement thermique.

Ainsi par exemple, une décarbonisation préalable des granules des matières premières du ciment permet d'augmenter le rendement de l'installation de fabrication du clinker de ciment de 2,5 à 3 fois. De plus, les matériaux

granulés peuvent conduire à des produits de meilleure qualité que les matériaux polydispersés, puisque l'homogénéité des calibres des granules permet d'établir un régime thermodynamique plus favorable de leur traitement thermique.

Il est connu que le séchage d'un matériau est accompli par admission d'un agent d'échange thermique dans la zone de séchage. Le traitement thermique à haute température nécessite en outre un chauffage des granules par l'agent d'échange thermique. Il serait donc avantageux d'effectuer ces deux opérations, le traitement thermique à haute température et le séchage, par un même agent d'échange thermique.

Il est à noter aussi que, lors du traitement de la suspension il est nécessaire dans certains cas d'assurer la possibilité de séchage avec une capacité qui diffère de 5 à 10 fois de la capacité nominale, la consommation spécifique du combustible étant constante. De telles exigences sont émises pour le traitement des déchets de la fabrication du sucre en cas de changement du type de matière première, par exemple si l'on emploie comme matières premières la betterave sucrière et la canne à sucre crue.

Tout ce qui précède explique comment est né le problème de la mise en oeuvre d'un procédé et d'un appareil pour l'obtention de produits granulés à partir des suspensions, procédé et appareillage permettant de réaliser le séchage de la suspension avec obtention de produit granulé, ainsi que son traitement thermique à haute température destiné à lui conférer les propriétés recherchées.

On connaît un procédé d'obtention d'un produit granulé à partir de suspensions (cf. le certificat d'auteur URSS n° 393547, Cl. Int. F 26 B 3/12, publié le 10.08.1973), selon lequel la suspension est pulvérisée dans le courant d'un agent d'échange thermique et séchée par celui-ci, puis la fraction pulvérulente est séparée du matériau séché dans une installation indépendante chauffée par un courant supplémentaire d'agent d'échange thermique et admise, sous la forme de courants parallèles concentriques, dans la zone de pulvérisation de la suspension.

L'appareil pour la réalisation de ce procédé comporte une chambre-séchoir dans laquelle sont montés un certain nombre de guides concentriques pour la fraction pulvérulente, un collecteur de poussières cyclone, un dispositif pour le chauffage de la poussière, un dispositif à mélanger la poussière avec le courant supplémentaire de l'agent d'échange thermique et des moyens pour le transport pneumatique de la poussière dans la chambre-séchoir.

Le procédé ci-dessus d'obtention d'un produit granulé et l'appareil pour réaliser ce procédé sont caractérisés en ce que l'on n'extrait du matériau séché que les fractions pulvérulentes de calibre inférieur à 0,005 mm, sans classement dimensionnel dudit matériau. Ainsi, le matériau séché a une composition polydispersée. En outre, ledit procédé et l'appareil pour sa réalisation ne permettent pas d'accomplir un traitement thermique, à haute température, du produit granulé, ce qui restreint considérablement le domaine de leur application. Il est à noter également que le procédé ci-dessus et l'appareil destiné à sa mise en oeuvre sont difficiles à réaliser, puisqu'ils comportent un grand nombre d'opérations et de dispositifs auxiliaires, à savoir l'extraction de la poussière et un collecteur de poussières cyclone, le chauffage de la poussière et un dispositif approprié de transport de la poussière, et des moyens destinés à cette fin. Toutes ces opérations ne sont pas effectuées simultanément, ce qui augmente la durée d'exécution du procédé.

Le procédé ci-dessus et l'appareil pour sa réalisation sont caractérisés également en ce que le chauffage de la poussière par un courant supplémentaire de l'agent d'échange thermique provoque une augmentation de la consommation de combustible.

On connaît aussi un procédé d'obtention d'un produit granulé à partir des suspensions (voir le certificat d'auteur URSS n° 402726, Cl. Int. F 26 B 3/12, publié le 16.08.1971), selon lequel la suspension est soumise à un séchage par pulvérisation suivi de l'extraction du matériau séché contenu dans la chambre-séchoir et du classement dimensionnel pneumatique à plusieurs degrés, les fractions fines du matériau séché étant éjectées vers la torche de pulvérisation de la suspension par un courant d'air indépendant.

L'appareil pour la mise en oeuvre de ce procédé comprend un séchoir à pulvérisation avec un injecteur pneumatique pour pulvériser le matériau à sécher la suspension, un cyclone pour séparer le matériau séché des gaz usagés, un classificateur pneumatique à plusieurs étages, une chambre de mélange pour mélanger l'air avec la poussière, une source d'air comprimé et un ejecteur dirigeant la poussière vers la torche de pulvérisation

Le procédé ci-dessus et l'appareil destiné à sa mise en oeuvre sont caractérisés en ce que le classement dimensionnel du matériau séché se produit comme une opération indépendante dans un classificateur autonome à plusieurs étages dont la construction est compliquée. L'admission des fractions fines du matériau séché vers la torche de pulvérisation de la suspension, c'est-à-dire

dans le séchoir à pulvérisation, nécessite un dispositif approprié et l'énergie de l'air comprimé, ce qui complique considérablement le procédé et la construction de l'appareil et augmente la durée d'exécution du procédé. Il est à noter également que le procédé ci-dessus et l'appareil pour sa réalisation ne permettent pas de conduire un traitement thermique à haute température du matériau granulé, aussi ne sont-ils utilisables que pour le séchage, ce qui limite évidemment le domaine de leur emploi.

On connaît également un procédé d'obtention de matériaux granulés qui comprend la pulvérisation de la suspension par un disque rotatif, le séchage de la suspension, l'évacuation des gaz usagés avec une part du produit séché, la séparation d'une partie du produit séché des gaz usagés et l'admission de ladite partie du produit vers le disque rotatif (voir le brevet RFA n° 2 201 111, Cl. Int. F 26 B B 3/12, publié le 11.01.1972).

L'appareil pour mettre en oeuvre ce procédé comporte une chambre-séchoir dans laquelle est monté un disque pulvérisateur rotatif, des moyens d'admission de la suspension vers ce disque rotatif, des moyens pour le départ des gaz usagés avec une part du produit séché, un cyclone pour séparer le produit séché des gaz usagés, disposé dans la chambre-séchoir coaxialement avec le disque pulvérisateur rotatif à une certaine distance de celui-ci, un tube d'échappement des gaz associé au cyclone, ainsi que des moyens pour la décharge du produit en dehors de la partie inférieure de la chambre-séchoir.

Ce procédé d'obtention de matériaux granulés et l'appareil pour sa mise en oeuvre sont caractérisés en ce qu'on amène vers la torche de pulvérisation, formée par le disque pulvérisateur rotatif, un matériau séché non classé dimensionnellement, ce qui ne permet pas d'obtenir un produit fini monofractionné. En outre, le produit séché est admis vers le disque rotatif par un courant de gaz usagés sans que les particules du produit se chauffent; il en résulte que l'intensité des échanges de chaleur et de masse s'affaiblit. Il est à noter que l'admission du produit séché vers le disque rotatif s'accomplit uniquement grâce à la dépression provoquée par la rotation dudit disque, aussi ces procédé et appareil ne peuvent-ils fonctionner que pour une pulvérisation par disque et ne conviennent-ils pas pour d'autres modes de pulvérisation. En outre, ces procédé et appareil sont compliqués et la disposition du cyclone dans la chambre-séchoir réduit le volume utile de celle-ci qui abaisse le rendement du procédé et de l'appareil et complique l'entretien de celui-ci.

Ces procédé et appareil sont caractérisés également en ce qu'ils ne

permettent pas d'accomplir un traitement thermique à haute température, ce qui limite le domaine de leur emploi.

On connaît en outre un procédé d'obtention de matériaux granulés à partir d'une suspension (voir le brevet français n° 2 266 129, Cl. Int. F 27 B 15/00; B 01 J 6/00; C 01 F 5/10, publié le 24.10.1975), selon lequel la suspension est pulvérisée dans une chambre de traitement thermique, séchée et traitée thermiquement par le courant d'un agent d'échange thermique amené tangentielle-  
ment dans ladite chambre. Le matériau ayant subi le traitement thermique est extrait de la chambre de traitement thermique par un dispositif de décharge,  
une certaine partie dudit matériau étant entraînée hors de la chambre par le  
courant de gaz usagés. Ensuite, cette partie se sépare des gaz usagés dans un  
séparateur disposé en dehors de la chambre de traitement thermique et est amenée  
dans la zone disposée au-dessous de la zone de disposition des chalumeaux ou  
conduite directement dans ceux-ci.

L'appareil pour réaliser ce procédé d'obtention de matériaux granulés comporte une chambre cylindrique de traitement thermique, des moyens pour pul-  
vériser la suspension, des chalumeaux ou tuyaux disposés tangentielle-  
ment dans la partie inférieure de la chambre, une conduite d'évacuation des gaz usagés  
dans laquelle les particules du matériau se séparent des gaz usagés, une  
conduite de retour dudit matériau dans la zone disposée sous les chalumeaux  
ou conduits directement dans ceux-ci, ainsi que des moyens de décharge des  
matériaux ayant subi le traitement thermique, en dehors de la partie infé-  
rieure de la chambre.

Le procédé ci-dessus et l'appareil pour sa mise en oeuvre ne permet-  
tent pas d'obtenir un produit traité thermiquement ayant une composition granu-  
lométrique homogène du fait de l'absence de classement dimensionnel des granules  
du produit, de sorte que le matériau fini présente une composition polydis-  
persée. En outre, le matériau séparé des gaz usagés retourne dans la chambre,  
où il se mélange, après sa calcination, avec l'autre partie du matériau, ce  
qui augmente le nombre de fractions pulvérulentes dans le produit fini et  
élève encore la non-homogénéité de dispersion. Il est à noter également que  
la nécessité de séparation des fractions pulvérulentes dans une installation  
indépendante, suivie de leur retour dans l'appareil, complique aussi bien  
l'exécution du procédé que la construction de l'appareil. Ces procédé et appa-  
reil sont caractérisés également en ce qu'ils ne permettent pas de conduire  
le traitement de la suspension à des capacités qui diffèrent de la capacité

5 nominale de 5 à 10 fois tout en maintenant constante la consommation spécifique du combustible, puisque, à une diminution de la capacité et de la consommation du combustible, le régime aérodynamique de fonctionnement dudit appareil se voit perturbé (la quantité de combustible diminue, alors que les dimensions de l'installation restent inchangées). De ce fait, le domaine d'utilisation des-  
dits procédé et appareil se trouve limité.

10 On connaît encore un procédé d'obtention de matériaux granulés à partir de suspensions (voir le brevet français n° 2 080 016, Cl. Int. F 26 B 5/00, publié le 18.10.1971) selon lequel la suspension est admise par pulvé-  
15 risation dans le courant descendant d'un agent d'échange thermique, formé par des buses disposées tangentiellement, et séchée dans ce courant lors de son acheminement vers le bas à co-courant de l'agent d'échange thermique. Ensuite, grâce à la formation d'un autre courant, notamment un courant ascendant d'air, le matériau séché se sépare de l'agent d'échange thermique dans la zone de  
20 rencontre de ces deux courants et se décharge en dehors de l'installation.

L'appareil pour la mise en oeuvre de ce procédé d'obtention de maté-  
riaux granulés comporte une chambre-séchoir cylindrique divisée par une cloison en une partie supérieure et une partie inférieure, des moyens de pulvérisation de la suspension, des moyens d'admission de l'agent d'échange thermique et de  
25 l'air disposés tangentiellement de manière à former un courant descendant d'agent d'échange thermique dans la partie supérieure de la chambre et un courant ascendant d'air dans sa partie inférieure, ainsi qu'un dispositif de décharge disposé au niveau de ladite cloison.

Le procédé ci-dessus et l'appareil par sa réalisation sont caracté-  
25 risés en ce que les fractions fines du matériau se mêlent aux grosses particules dans la zone de décharge, ce qui fait que le matériau séché a une composition polydispersée. En outre, ces procédé et appareil sont caractérisés en ce qu'aussi bien le déroulement du procédé d'obtention du matériau granulé, que la construction de l'appareil sont compliqués.

30 Il est à noter également que ces procédé et appareil ne permettent pas d'obtenir un matériau granulé à capacités différentes pour une même consom-  
35 mation du combustible, puisque le traitement du matériau par un tel procédé nécessite une rigoureuse observation du régime aérodynamique, ce régime étant perturbé en cas de réduction de la consommation du combustible. En conséquence, le traitement du matériau à une faible capacité provoque une augmentation de la consommation spécifique du combustible.

On connaît enfin un procédé d'obtention de matériaux granulés à partir de suspensions et un appareil pour sa réalisation (voir le brevet français n° 2 083 223, Cl. Int. F 26 B 3/00, publié le 10.12.1971, priorité japonaise du 01.07.1970; brevet n° 47 026, 1970) qui est le plus proche, de  
5 par son idée technique, du procédé faisant l'objet de l'invention.

Ce procédé comporte les opérations suivantes: la formation d'une couche de particules solides du matériau séché sur le fond d'une chambre-séchoir délimitée par un cylindre vertical; l'insufflation d'un agent d'échange thermique dans ladite couche à travers sa partie inférieure pour rendre cette  
10 couche fluidifiée ; l'admission de l'agent d'échange thermique dans la chambre-séchoir sous la forme d'un courant tourbillonnaire descendant le long des parois latérales de la chambre-séchoir, de sorte qu'il se produise une circulation des particules du matériau séché depuis la couche fluidifiée vers le haut, le long de l'axe de la chambre-séchoir; la pulvérisation de la  
15 suspension dans la partie supérieure de la chambre-séchoir, provoquant une collision des gouttes de la suspension avec les particules fines du matériau séché circulant depuis la couche fluidifiée cette collision donnant naissance à de plus grosses particules; le séchage desdites grosses particules à co-courant avec l'agent d'échange thermique; et l'évacuation des particules  
20 les plus grosses hors de la couche pseudo-liquide.

Dans ce cas, on entend par "couche fluidifiée des particules solides du matériau séché", la transformation de la couche du matériau granulaire séché en une couche fluide sous l'action d'un agent de fluidisation passant à travers ladite couche, cet agent étant en la circonstance l'agent d'échange thermique.

L'appareil pour réaliser le procédé ci-dessus comporte une chambre-séchoir ayant la forme d'un cylindre vertical pourvu d'un orifice pour l'admission, dans sa partie supérieure, du gaz à l'aide duquel est formé un courant descendant hélicoïdal de l'agent d'échange thermique, des moyens de pulvérisation de la suspension disposés à l'intérieur de la chambre-séchoir, une plaque perforée disposée dans la partie inférieure de la chambre, des moyens pour  
30 l'insufflation de l'agent d'échange thermique à travers ladite plaque perforée pour la formation d'une couche fluidifiée de particules solides du matériau séché, un orifice ménagé dans la partie supérieure de la chambre-séchoir pour l'évacuation des gaz usagés, ainsi que des moyens pour la décharge du produit  
35 fini hors de la chambre-séchoir.

Le procédé ci-dessus d'obtention d'un produit granulé et l'appareil pour sa mise en oeuvre sont caractérisés en ce que, pour effectuer le processus de granulation, on emploie deux courants de l'agent d'échange thermique, l'un de ces courants étant amené vers la torche de pulvérisation de la suspension et l'autre, dans la couche fluidifiée des particules solides du matériau séché. La présence de ladite couche fluidifiée des particules solides du matériau séché nécessite un dosage rigoureux des quantités de suspension admises et de matériau se trouvant dans la couche fluidifiée des particules solides, puisque, en cas d'une augmentation de la quantité de suspension à sécher, une quantité excessive de matériau séché peut être introduite dans la couche fluidifiée des particules solides, en provoquant ainsi la transformation de cette couche fluidifiée en une couche compacte et son obstruction ultérieure. D'autre part, à une diminution de la quantité de suspension à sécher, ou bien à une augmentation de la quantité d'agent d'échange thermique admis dans la couche fluidifiée des particules solides du matériau séché, augmente le taux de poussière quittant l'appareil, ce qui est également indésirable. Etant donné les phénomènes mentionnés, il faut maintenir strictement un rapport déterminé des quantités d'agent d'échange thermique admises, d'une part, dans le courant descendant vers la zone de pulvérisation de la suspension et d'autre part, dans la couche fluidifiée des particules solides du matériau séché. Il résulte de ce qui précède que les régimes aérodynamique et thermique de fonctionnement de l'appareil, ainsi que leur contrôle se compliquent considérablement.

En outre, la décharge du produit fini en dehors de l'installation à travers la partie inférieure de la couche fluidifiée des particules solides du matériau séché peut mener à l'entraînement des particules fines dans le produit fini, puisque, dans le cas d'une augmentation de la teneur en particules solides de ladite couche au-dessus d'une valeur admissible, peut se produire le "transpercement" de cette couche, ce qui sera justement la cause, de la pénétration des particules fines du matériau séché dans le produit fini. Il est à noter également que, lors du mouvement des particules solides du matériau séché dans la couche fluidifiée, ce mouvement n'est pas direct si bien que la durée du processus de granulation et le départ de la poussière en dehors de l'appareil se trouvent augmentés.

Ces procédé et appareil sont caractérisés également en ce que le traitement thermique du matériau par un agent d'échange thermique à haute

température est très compliqué, puisque lors du chauffage de certains matériaux et de leur dissociation peut se produire la formation d'agglomérats (par exemple, en cas de traitement thermique de granules de la matière première de ciment) ce qui mène à une obstruction de la couche fluidisée des particules solides du matériau séché. Qui plus est, en cas de formation d'une phase liquide sur la surface des granules du matériau à traiter thermiquement, la formation d'agglomérats importants rend l'utilisation de la couche fluidisée des particules solides tout à fait impossible. Ainsi, ces procédé et appareil ne permettent pas de conduire le traitement thermique des matériaux variés et ne sont applicables qu'au séchage d'une suspension.

En outre, le procédé et l'appareil décrits ne permettent pas de conduire le traitement de la suspension à des capacités différentes pour une consommation spécifique constante du combustible. Pour avoir une consommation spécifique constante du combustible, si la quantité de suspension à traiter est réduite de 5 à 7 fois, le débit total d'agent d'échange thermique doit être réduit dans le même rapport. Or, dans le cas considéré, une diminution de la quantité d'agent d'échange thermique, se déplaçant selon le courant descendant et dans la couche fluidisée des particules solides du matériau séché, conduirait à une perturbation du régime aérodynamique du procédé et de l'installation, de sorte que le traitement du matériau devient impossible.

Il est à noter également que, comme le séchage du matériau se produit à co-courant avec l'agent d'échange thermique, l'intensité des processus d'échange de chaleur et de masse se trouve abaissée.

La présente invention a essentiellement pour but de mettre au point un procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension et de fournir une installation pour la réalisation dudit procédé dans lesquels les directions des courants de la suspension et de l'agent d'échange thermique (co-liporteur) et aussi des granules du produit soient organisées de telle sorte (et ceci avec une installation réalisée de telle sorte) que l'on soit assuré d'une utilisation plus efficace de la chaleur du caloporteur tout en obtenant un produit très homogène ( du point de vue de la granulométrie ) et en simplifiant la construction de l'appareil.

Ce but poursuivi est atteint grâce à un procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension, comportant la pulvérisation de la suspension, dans une zone de pulvérisation, l'admission d'un agent thermique pour pulvériser la suspension sous la forme d'un courant hélicoïdal, le séchage de la suspension par ledit agent d'échange thermique avec l'admission simultanée des particules fines du matériau séché dans la zone de pulvérisation,

l'évacuation de l'agent d'échange thermique usagé après séchage de la suspension, le traitement thermique des granules obtenus après séchage et leur évacuation de la zone de traitement thermique, ce procédé étant caractérisé en ce que l'on effectue le séchage de la suspension de sorte que celle-ci soit à co-courant et à contre-courant de l'agent d'échange thermique qu'on introduit dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension, que l'on sépare par ce même courant de l'agent d'échange thermique les fractions fines du matériau séché, que l'on amène ces fractions fines dans la zone de pulvérisation de la suspension et que l'on chauffe ensuite à contre-courant les granules obtenus lors du processus de séchage, pendant leur mouvement hélicoïdal vers le bas, jusqu'à une température assurant les propriétés recherchées du produit.

L'appareil pour la mise en oeuvre de ce procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension, comporte une chambre, des moyens d'admission de l'agent d'échange thermique, des moyens de pulvérisation de la suspension disposés à l'intérieur de ladite chambre, des raccords prévus dans le corps de la chambre destinés à l'évacuation des gaz usagés et des moyens d'évacuation du produit granulé traité thermiquement dans la partie inférieure de la chambre, et est caractérisé en ce que la chambre présente une section transversale variable suivant la hauteur et reçoit dans sa partie supérieure, ayant les plus grandes dimensions, lesdits moyens de pulvérisation de la suspension et dans sa partie inférieure, lesdits moyens d'admission de l'agent d'échange thermique qui sont disposés suivant des spirales, les spires desdites spirales ayant leur pas et leur diamètre variables suivant la hauteur de la chambre en augmentant en direction de l'endroit où sont disposés les moyens de pulvérisation de la suspension, de sorte que se forment dans la chambre des courants ascendants hélicoïdaux de l'agent d'échange thermique.

Le séchage de la suspension à co-courant et à contre-courant de l'agent d'échange thermique qui s'effectue dans la partie supérieure de la chambre, présentant les plus grandes dimensions, assure un régime de séchage particulièrement favorable, évitant la possibilité d'adhérence éventuelle des particules aux parois de la chambre. Les particules séchées de la suspension pénètrent donc dans la zone de traitement thermique à haute température sous la forme de granules séchés.

L'admission de l'agent d'échange thermique dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension à l'aide des moyens

d'admission dudit agent qui sont disposés dans la partie inférieure de la chambre suivant des spirales, dont le pas et le diamètre des spires varient suivant la hauteur de la chambre en augmentant en direction de la zone de pulvérisation de la suspension, assure l'obtention simultanée de tout une série d'effets techniques: création d'un courant hélicoïdal ascendant de l'agent d'échange thermique dirigé de bas en haut vers la zone de pulvérisation de la suspension; classement dimensionnel du matériau séché et séparation des granules de calibre désiré des particules fines par ce même courant d'agent d'échange thermique; traitement thermique, simultanément avec le classement, des granules séparés pendant leur mouvement hélicoïdal en bas à contre-courant dudit courant d'agent d'échange thermique; possibilité d'agrandissement des particules fines séparées grâce à leur admission dans la zone de pulvérisation de la suspension; intensification du processus de séchage par amenée des particules fines chauffées du produit séché dans la zone de pulvérisation de la suspension et utilisation de ces particules fines en qualité de noyaux de formation de granules plus gros; enfin, réduction de la durée d'exécution de l'ensemble du procédé, puisqu'une telle organisation permet d'exécuter simultanément toutes les opérations sus-mentionnées.

Il est avantageux, selon l'une des variantes de réalisation du procédé de l'invention, d'obtenir une partie de l'agent d'échange thermique par amenée d'un gaz à froid à travers les granules chauffés sous la forme d'un courant ascendant hélicoïdal à contre-courant du mouvement desdits granules chauffés.

L'amenée du gaz froid à contre-courant des granules, sous la forme d'un courant ascendant hélicoïdal, permet d'utiliser le gaz, chauffé par échange de chaleur avec les granules, en qualité d'agent d'échange thermique ce qui économise le combustible nécessaire pour la réalisation du procédé.

Il est avantageux, selon une autre variante de réalisation du procédé de l'invention, d'utiliser la partie de l'agent d'échange thermique obtenue par passage du gaz à froid à travers les granules chauffés, en qualité d'oxydant pour brûler le combustible servant à chauffer le courant d'agent d'échange thermique acheminé vers la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension.

La possibilité d'utilisation d'une partie de l'agent d'échange thermique en qualité d'oxydant pour brûler du combustible permet d'améliorer l'efficacité thermodynamique du processus de combustion et de réduire la consommation du combustible.

Il est avantageux, en cas de traitement par ledit procédé des suspensions de carbonates, de choisir la température de l'agent d'échange thermique admis dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension, dans la gamme de 750 à 1750°C.

- 5 Les limites indiquées de la température de l'agent d'échange thermique admis dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension permettent d'obtenir des produits présentant diverses propriétés physico-chimiques et mécaniques. Par exemple, on peut obtenir à partir d'une même suspension crayeuse, aussi bien des engrais crayeux que la chaux. Pour l'ob-  
10 tention d'engrais crayeux non détrempeables, la température minimale de l'agent d'échange thermique doit être de 750°C.

La même limite inférieure de température, 750°C, est un minimum nécessaire pour la décarbonisation de la poudre, matière première de ciment, jusqu'à 45,0%.

- 15 La limite supérieure de température, 1750°C, est la valeur limite admissible en cas de traitement thermique de matériaux calcaires granulés contenant de 95 à 98% du carbonate de calcium,  $\text{CaCO}_3$ , visant à obtenir la chaux. Une plus haute température provoquerait une surcuisson inadmissible de la chaux.

- 20 Il est avantageux également que la vitesse initiale du courant d'agent d'échange thermique soit choisie entre 50 et 150 m/s.

- En faisant varier la vitesse initiale du courant d'agent d'échange thermique dans la gamme de 50 à 150 m/s, on peut faire varier le degré de tourbillonnement du courant hélicoïdal d'agent d'échange thermique et l'intensité du champ centrifuge dans lequel se produit le classement dimensionnel du  
25 matériau. De ce fait, en faisant varier les conditions du classement, on facilite l'obtention de granules de calibres différents. A la limite inférieure de la vitesse initiale correspondant des granules de calibre d'environ 200  $\mu\text{m}$ , à la limite supérieure, d'environ 800  $\mu\text{m}$ .

- Selon l'une des variantes d'exécution de l'appareil pour la mise en  
30 oeuvre du procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension, il est avantageux de réaliser une partie des moyens d'admission de l'agent d'échange thermique sous forme de chalumeaux ou conduits servant à obtenir un agent d'échange thermique à haute température, alors que l'autre partie des moyens d'admission d'agent d'échange thermique, disposée au-dessous des chalu-  
35 meaux ou conduits mentionnés, doit être réalisée sous forme de buses associées à une source de gaz froid.

Une telle réalisation de l'appareil permet d'accomplir aussi bien le chauffage à haute température des granules du produit, que leur refroidissement, ce qui rend possible leur transport ultérieur et l'emballage du produit à l'état refroidi. En outre, la chaleur obtenue lors du refroidissement efficace des granules retourne dans le cycle technologique et en augmente son rendement économique.

Selon une autre variante d'exécution de l'appareil pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension, il est avantageux de pourvoir la partie inférieure de la chambre d'un plan de joint horizontal et d'exécuter la partie disposée au-dessous de celui-ci de sorte qu'elle soit amovible et assujettie sur une plate-forme avec possibilité de mouvement en direction perpendiculaire à l'axe vertical de la partie supérieure de la chambre, ladite plate-forme devant être pourvue d'au moins une partie mobile de dimension différente.

Une telle exécution de l'appareil permet d'obtenir un produit granulé à partir d'une suspension et ceci à des capacités différentes, par exemple à la capacité nominale et à une capacité de 5 à 10 fois moindre, la consommation spécifique du combustible étant constante. Dans ce cas, au lieu de deux ou plusieurs appareils encombrants indépendants, on n'emploie qu'un seul appareil, ce qui réduit l'aire productive et la quantité nécessaire de matériaux, et également facilite l'entretien de l'appareil, puisque le changement rapide de sa construction assure la continuité du procédé technologique.

L'invention sera expliquée ci-dessous à l'aide de la description détaillée d'un certain nombre d'exemples de réalisation pratique, en se référant aux dessins annexés sur lesquels:

- . la figure 1 est un schéma explicatif du procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension selon l'invention;
- . la figure 2 est un schéma explicatif du procédé d'obtention d'un produit granulé, consistant en une poudre de ciment décarbonisée, à partir d'une suspension de matière première de ciment;
- . la figure 3 représente un exemple d'exécution de l'appareil réalisant le procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension, selon l'invention, vue en coupe longitudinale;
- . la figure 4 est une coupe selon la ligne IV-IV de la figure 3 à échelle agrandie;
- . la figure 5 est une coupe selon la ligne V-V de la figure 3 à

échelle agrandie;

. la figure 6 est une vue du détail "A" de la figure 3 à échelle agrandie vue latérale;

5 . la figure 7 est une coupe selon la ligne VII-VII de la figure 3, à échelle agrandie;

. la figure 8 est une vue du détail "B" de la figure 3 à échelle agrandie, vue latérale;

10 . la figure 9 représente un exemple d'exécution de l'appareil réalisant le procédé d'obtention d'un produit granulé (poudre de ciment décarbonisée) à partir d'une suspension, vue en coupe longitudinale;

. la figure 10 est une coupe selon la ligne X-X de la figure 9, à échelle agrandie;

. la figure 11 est une coupe selon la ligne XI-XI de la figure 9, à échelle agrandie;

15 . la figure 12 représente un autre exemple d'exécution de l'appareil pour la mise en oeuvre du procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension selon l'invention, avec un plan de joint horizontal et la partie inférieure de la chambre à deux différentes dimensions, vue en coupe longitudinale.

20 Le procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension est illustré par le schéma représenté au dessin, figure 1.

La suspension initiale 1 est pulvérisée par des moyens 2 (par exemple des buses) disposés dans la partie supérieure d'une chambre 3. Dans la partie inférieure de la chambre 3, on forme un courant hélicoïdal ascendant d'un agent d'échange thermique 4. Les gouttes de la suspension pulvérisée 1, qui  
25 pénètrent dans le courant dudit agent 4, se meuvent d'abord à co-courant avec ledit agent jusqu'au point supérieur de leur trajectoire et sèchent jusqu'à formation de particules ayant une teneur en humidité de l'ordre de 8,0 à 12,0%. Ensuite, lors de leur chute, ces particules se meuvent à contre-courant de  
30 l'agent d'échange thermique 4 et sèchent jusqu'à une humidité de l'ordre de 0,1 à 3,0%. De cette façon, on assure un séchage complet des granules et on évite leur adhésion éventuelle aux parois de la chambre 3. Le matériau séché, présentant une composition granulométrique non homogène, tombe par gravité dans la partie inférieure de la chambre 3, où les plus gros granules sont pro-  
35 jectés par les forces centrifuges, prenant naissance grâce au tourbillonnement du courant d'agent d'échange thermique 4, vers les parois latérales de la

chambre 3 et se meuvent vers le bas à proximité de ces parois suivant des spirales à contre-courant avec l'agent d'échange thermique 4. Ces granules se chauffent dans le courant dudit agent 4 jusqu'à une température assurant les propriétés recherchées du produit. Les fractions fines 5 du matériau, séparées  
5 lors du classement dimensionnel sont entraînées vers le haut par le courant hélicoïdal d'agent d'échange thermique 4, se réchauffent dans ce courant et sont transportées par celui-ci dans la zone de pulvérisation de la suspension 1. Dans cette zone, les gouttes pulvérisées de la suspension 1 se réunissent avec les particules fines 5 en formant des particules de plus grandes dimensions  
10 qu'on soumet ensuite au séchage, les particules fines 5 chauffées jouant le rôle de noyaux chauds ce qui intensifie le processus de séchage et permet d'obtenir après celui-ci de gros granules.

Le calibre des granules entraînés lors du classement dimensionnel par le courant d'agent d'échange thermique 4 est réglable dans les limites de 200 à  
15 800  $\mu\text{m}$  par variation de la vitesse initiale du courant dudit agent 4 dans la gamme de 50 à 150 m/s.

La température de l'agent d'échange thermique 4, au moyen duquel on effectue le traitement thermique des granules séchés obtenus à partir des suspensions de carbonates, doit être choisie entre 750 et 1750°C en fonction de la  
20 forme et des propriétés recherchées du produit fini. Ainsi, pour l'obtention d'engrais crayeux, la température doit être de 750°C, alors que pour le traitement thermique des granules de chaux elle est choisie égale à 1750°C.

Si les granules traités thermiquement n'ont pas à subir un traitement thermique ultérieur, on les soumet au refroidissement. Dans ce but, on fait  
25 circuler au travers des granules chauffés, à contre-courant de ceux-ci, un courant hélicoïdal ascendant d'un gaz 6 de basse température. Ce gaz 6 s'échauffe et peut être utilisé par la suite soit en qualité d'agent d'échange thermique, que l'on amène dans la partie supérieure de la chambre 3 pour le séchage de la suspension 1 et le traitement thermique des particules séchées, soit en tant  
30 qu'oxydant pour le brûlage du combustible. Dans ce dernier cas, le gaz 6 est admis dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension 1, où il se mêle avec le combustible utilisé pour le séchage et le traitement thermique des granules. De ce fait, il est assuré une combustion efficace du combustible et il se forme un courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange  
35 thermique 4. Grâce à l'augmentation de l'effet thermodynamique de combustion, on obtient une économie du combustible. Le produit fini, se présentant sous la

forme de granules refroidis, est amené à l'emballage.

Si le refroidissement n'est pas nécessaire, les granules chauffés peuvent être amenés à une étape spéciale de traitement thermique, comme, par exemple, une étape de frittage et de fusion, dans le cas de la fabrication  
5 de clinker de ciment.

Ci-dessous sont donnés des exemples particuliers de réalisation du procédé d'obtention de produits granulés à partir de suspensions.

#### EXEMPLE 1

A titre d'exemple de réalisation du procédé selon l'invention, on  
10 l'applique au cas de l'obtention de chaux granulée à partir de craie impure possédant une humidité naturelle de 23,0 à 25,0%. Une telle craie se présente sous la forme d'une masse pâteuse contenant jusqu'à 13,0 à 15,0% de grosses inclusions formées de bioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ), dont le calibre est de l'ordre de 5 à 500  $\mu\text{m}$ , qui ne peut donc être soumise à un traitement thermique direct;  
15 en outre, la chaux obtenue par un tel traitement présente une basse activité. C'est pourquoi l'on humidifie cette craie avec de l'eau et on la transforme en une suspension contenant 40,0% d'humidité. Ensuite, on débarrasse la suspension des inclusions étrangères, par exemple à l'aide de vibroépurateurs. Après cette épuration, la substance sèche de la suspension résultante présente la  
20 composition chimique suivante, en pourcentage pondéral:

	$\text{CaCO}_3$ :	95,0
	$\text{SiO}_2$ :	2,4
	$\text{Al}_2\text{O}_3$ :	1,5
	$\text{MgCO}_3$ :	0,6
25	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ :	0,5.

Pour obtenir 1 kg de chaux ayant une activité de 90,0%, il faut consommer 2,91 kg de suspension de matière crayeuse. La suspension de matière crayeuse 1 (figure 1) ayant une teneur en humidité de 40,0% et débarrassée des inclusions dont les dimensions dépassent 3mm, est amenée sous une  
30 pression de 2,5 à 3,0 MPa vers l'emplacement des moyens de pulvérisation 2, consistant par exemple en des buses, qui la transformant en gouttes ayant une dimension de 20,0 à 800  $\mu\text{m}$ . On amène dans la partie inférieure de la chambre un mélange air-combustible (gaz combustible plus air primaire) à une vitesse initiale de 7,6 à 9,0 m/s, la quantité d'air primaire formant 10,0  
35 à 20,0 % de la totalité de l'air nécessaire pour brûler le gaz, le coefficient d'excès d'air  $\alpha$  étant de l'ordre de 1,1 à 1,3. La partie restante d'air, 90,0 à 80,0 % de la totalité de l'air, est

amenée dans la chambre par un courant hélicoïdal ascendant depuis la zone située plus bas et se mêle au le courant du gaz combustible et de l'air primaire formé. Le gaz brûle dans ce mélange en formant un courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4 ayant une température de 1600 à 1750°C et une vitesse initiale de 50,0 m/s.

Les gouttes de la suspension pulvérisée 1 s'acheminant dans le courant d'agent gazeux d'échange thermique 4, d'abord à co-courant et ensuite à contre-courant avec celui-ci, sèchent jusqu'à l'obtention de granules présentant un taux d'humidité de 0,1 à 3,0% et ayant un calibre de 15 à 300  $\mu\text{m}$ , la température dans la zone de séchage étant comprise entre 700 et 900°C à l'entrée, entre 200 et 250°C au milieu et entre 120 et 150°C à la sortie de ladite zone. Les particules séchées sont entraînées par le courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4 à haute température, les particules 5 de calibre inférieur à 200  $\mu\text{m}$  se séparent de l'ensemble du matériau et étant véhiculées vers la zone de pulvérisation de la suspension 1. Pendant leur mouvement vers cette zone, les particules 5 s'échauffent dans le courant d'agent d'échange thermique 4 et se heurtent aux gouttes de la suspension pulvérisée 1, grâce à quoi on obtient des granules agrandis et une composition granulométrique plus homogène du matériau séché. Lesdites particules 5 chauffées servent de noyaux de formation de particules agrandies et intensifient le processus de séchage. Les granules de calibre supérieur à 200  $\mu\text{m}$  qui se dégagent du matériau séché sont projetés par les forces centrifuges vers les parois de la partie inférieure de la chambre 3 et se meuvent vers le bas suivant des spirales à contre-courant de l'agent d'échange thermique 4. Lors de ce mouvement, ils se chauffent par échange calorifique jusqu'à une température de 950 à 1000°C à laquelle se produit la dissociation de la partie carbonatée du calcaire des granules. La réaction de dissociation du calcaire se déroule avec un effet endothermique de 1660 kJ par kg, et par suite de cet effet, ils s'établissent dans la zone de traitement du matériau une température comprise entre 1000 et 1100°C. A la sortie des granules hors du courant d'agent d'échange thermique 4, le carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$  contenu dans ces granules se transforme presque complètement, avec un degré de dissociation de 95,0 à 99,0%, en chaux anhydre,  $\text{CaO}$ . Les granules chauffés de la chaux anhydre, présentant un calibre de 200 à 300  $\mu\text{m}$ , sont entraînés dans le courant hélicoïdal ascendant du gaz froid 6, c'est-à-dire de l'air secondaire, et, du fait de l'échange calorifique, se refroidissent jusqu'à une température de 50 à 100°C, tandis que l'air secondaire se réchauffe

jusqu'à une température de 300 à 400°C. Ensuite, le gaz chauffé 6, c'est-à-dire l'air secondaire, en montant suivant une spirale, se mêle au gaz combustible et à l'air primaire, en formant un courant hélicoïdal d'agent d'échange thermique 4, alors que les granules refroidis de chaux anhydre constituent déjà un produit fini qui est envoyé vers l'étape d'emballage. Du fait du chauffage du courant de gaz 6 par la chaleur des granules, le rendement économique du procédé augmente car sont éliminées les pertes de chaleur qui sont propres au transport du produit chauffé vers le réfrigérant et au retour de chaleur dans le système.

10 En qualité de combustible, outre des gaz combustibles, par exemple du gaz naturel, on peut utiliser également le mazout ou un combustible solide. Dans ce cas, seule la construction de conduits ou chalumeaux, produisant l'agent d'échange thermique 4 à haute température, doit être modifiée. La quantité de chaleur nécessaire pour obtenir 1 kg de chaux est dans ce cas de 6200 à 6700 kJ.

15 La chaux anhydre refroidie se présente à l'état fini sous la forme d'un produit non poussiéreux microgranulé ayant une activité de 90,0%, le calibre des granules étant de 200 à 300  $\mu\text{m}$  et le temps d'extinction de 6,5 minutes.

#### EXEMPLE 2

20 A titre d'un autre exemple du procédé selon l'invention est étudié le cas de l'obtention de chaux granulée à partir de craie impure; dans ce cas l'humidité, la composition chimique et les conditions de granulation de la suspension sont les mêmes que celles qui sont indiquées dans l'exemple 1, mais la vitesse initiale d'admission du mélange air-combustible est de 9,0 à 15,5 m/s. Dans ces conditions, la vitesse initiale de l'agent d'échange thermique 4 est de 60 à 100 m/s. Les granules du produit obtenu après un tel traitement ont un calibre de 300 à 450  $\mu\text{m}$ .

#### EXEMPLE 3

30 A titre d'un autre exemple encore du procédé selon l'invention, est étudié le cas de l'obtention de chaux granulée à partir de craie impure; dans ce cas également l'humidité, la composition chimique et les conditions de granulation de la suspension sont les mêmes que celles qui sont indiquées dans l'exemple 1, mais la vitesse initiale d'admission du mélange air-combustible est de 15,5 à 22 m/s. Dans ces conditions, la vitesse initiale de l'agent d'échange thermique 4 est de 100 à 150 m/s. Les granules du produit obtenu après un tel traitement ont un calibre de 450 à 800  $\mu\text{m}$ .

EXEMPLE 4

A titre d'un autre exemple encore du procédé selon l'invention, est étudié le cas de l'obtention de chaux granulée à partir d'une suspension de matière crayeuse.

5 Le composition chimique, les conditions de pulvérisation de la suspension et l'aérodynamique du procédé mis en oeuvre sont les mêmes que celles qui sont décrites dans l'exemple 1.

Pour obtenir de la chaux sous forme de granules de 450 à 550  $\mu\text{m}$ , on amène le mélange air-combustible dans la partie inférieure de la chambre 3 à  
10 une vitesse initiale de 15,0 à 16,5 m/s. La quantité d'air primaire admis avec le combustible est de 15,0 à 25,0% de la totalité de l'air nécessaire pour brûler le combustible, le coefficient d'excès d'air étant de 1,1 à 1,3. La partie restante d'air, c'est-à-dire l'air secondaire présente, en une quantité de l'ordre de 85,0 à 75,0% de la totalité de l'air, forme un courant hélicoïdal  
15 ascendant à une vitesse initiale de 90 à 100 m/s. Ce courant du gaz 6 (air) (figure 1), passe à travers les granules, est chauffé jusqu'à une température de 350 à 450°C et se mêle au courant du mélange air-combustible. Le combustible brûle en formant un courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique  
20 4 ayant une température de 1600 à 1750°C et une vitesse initiale de 90 à 100 m/s. Les granules du matériau séché sont classés dimensionnellement par le courant dudit agent 4, les granules de calibre inférieur à 480-500  $\mu\text{m}$  se déplaçant sous la forme d'un courant des particules 5 vers la torche de pulvérisation de la suspension 1, alors que les granules plus gros sont projetés  
25 par les forces centrifuges vers les parois de la partie inférieure de la chambre 3 et se meuvent vers le bas, selon des spirales, à contre-courant de l'agent d'échange thermique 4. Pendant ce mouvement, ils sont chauffés jusqu'à 950 à 1000°C et leur partie carbonatée se dissocie avec formation de chaux anhydre et de gaz carbonique. La réaction de dissociation se déroule avec absorption de chaleur. Ainsi, dans la partie inférieure de la chambre 3 s'établit une  
30 température comprise entre 1000 et 1100°C. Le procédé ultérieur de traitement des granules est analogue à celui de l'exemple 1.

La chaux anhydre obtenue par le procédé ci-dessus se présente sous forme d'un produit granulé ayant une activité de 90,0%, le calibre des granules étant de 450 à 550  $\mu\text{m}$  et le temps d'extinction de 7 à 7,5 minutes.

EXEMPLE 5

A titre d'un autre exemple encore de réalisation du procédé selon l'invention, considérons le cas de l'obtention de chaux granulée à partir du résidu du filtre dans la fabrication du sucre. Ce résidu est le déchet du  
 5 procédé d'épuration du jus saccharifère par le lait de chaux et se présente sous la forme d'une suspension ayant une teneur en humidité de 40,0 à 50,0%. La substance sèche de cette suspension présente la composition chimique suivante, en pourcentage pondéral:

	CaCO <sub>3</sub> :	90,4
10	impuretés organiques:	4,2
	impuretés minérales:	5,4

Compte tenu de l'entraînement de poussière en dehors de l'installation (2,0%), il faut obtenir 1 kg de chaux anhydre (CaO) ayant une activité de 85,0%, consommer environ 1,86 kg de résidu du filtre rapporté à la substance sèche.  
 15 La suspension initiale 1, le résidu du filtre, (figure 1) est pulvérisée sous une pression de 2,5 à 3,0 MPa par les buses 2 dans la chambre 3. Le procédé ultérieur se déroule comme décrit dans l'exemple 1. La chaux anhydre granulée ainsi obtenue est sous forme de granules de 200 à 300 µm. Le produit contient 85,6% d'oxyde de calcium actif, le temps d'extinction de la chaux anhydre étant  
 20 de 7,5 à 8,0 minutes. Après l'extinction d'une telle chaux, il ne reste pas de grains de chaux non éteinte dans le lait de chaux obtenu.

EXEMPLE 6

Considérons à titre d'un autre exemple encore de réalisation du procédé selon l'invention, le cas de l'obtention de poudre de ciment décarbonisée  
 25 à partir d'une suspension de matière première de ciment ayant une humidité de 40,0%. La substance sèche de ladite suspension présente la composition chimique suivante, en pourcentage pondéral:

	SiO <sub>2</sub> :	13,5
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :	3,6
30	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :	3,5
	CaO:	43,1
	MgO:	0,6
	SO <sub>3</sub> :	0,5
	K <sub>2</sub> O:	0,4
35	Na <sub>2</sub> O:	0,4

les pertes à la calcination étant 34,4.

Le schéma de réalisation du procédé est représenté sur la figure 2. La suspension 1 de matière première de ciment est admise vers les buses 2 sous une pression de 1,8 à 2,5 MPa et se pulvérise dans la chambre 3 en gouttes de 20 à 850  $\mu\text{m}$ .

5            On amène dans la partie inférieure de la chambre 3, sous forme d'un courant tourbillonnaire à la vitesse de 120 à 150 m/s, les gaz chauds obtenus en brûlant le mélange air-combustible, le coefficient d'excès d'air  $\alpha$  étant de 1,1 à 1,3. La température desdits gaz est comprise entre 1400 et 1750°C. En qualité de combustible, on peut utiliser le gaz naturel ou le mazout. Dans  
10 la partie inférieure de la chambre 3 arrivent, depuis la zone disposée au-dessous de la zone d'admission du courant tourbillonnaire desdits gaz chauds, les gaz 7, qui sont les produits de l'oxydation du combustible, qui se trouvent à une température de 1100 à 1300°C et se meuvent à une vitesse initiale de 4,0 à 6,0 m/s.

Les gouttes de la suspension pulvérisée 1 se sèchent dans la partie  
15 supérieure de la chambre 3, en se déplaçant d'abord à co-courant, ensuite à contre-courant de l'agent d'échange thermique 4, jusqu'à l'obtention de granules de 15 à 750  $\mu\text{m}$ , la température dans la zone de séchage étant de 150 à 240°C. La température des gaz usagés quittant après séchage la chambre 3 est comprise entre 140 et 160°C. Les granules, séchés jusqu'à une humidité de 0,5 à 1,2%,  
20 tombent par gravité dans la partie inférieure de la chambre 3, où ils sont entraînés par le courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4 qui se forme lors de l'inflammation du mélange air-combustible et par le courant axial d'agent d'échange thermique 7 qui se meut dans la zone de sous-pression formée dans la chambre 3 en raison du tourbillonnement de l'agent d'échange thermique 4.

25            La température de l'agent d'échange thermique 4 amené au séchage est de 750 à 900°C. Dans le courant hélicoïdal dudit agent 4 les granules dont le calibre dépasse 450  $\mu\text{m}$  se séparent du matériau séché sous l'action des forces centrifuges. Ils sont projetés vers les parois de la partie inférieure de la chambre 3 et s'acheminent vers le bas, selon des spirales, à contre-courant de  
30 l'agent d'échange thermique 4. Les granules de calibre inférieur à 450  $\mu\text{m}$  sont entraînés par ledit agent 4 et sont amenés avec celui-ci vers la buse de pulvérisation de la suspension 1 sous la forme d'un courant de particules fines 5. Lors du déplacement des granules dans ledit courant de particules 5, les granules sont chauffés jusqu'à une température de 450 à 650°C et arrivent vers la  
35 buse de pulvérisation de la suspension à l'état chaud. Lors de la collision des gouttes de la suspension pulvérisée 1 avec lesdits granules, se forment des granules ayant une plus grande dimension; la chaleur des particules fines 5

chauffées est transmise aux gouttes de la suspension 1 qui se réunissent auxdites particules, ce qui contribue à l'intensification du procédé de séchage. De ce fait, la dimension des granules s'agrandit et la composition granulométrique du matériau séché devient plus homogène, c'est-à-dire que le matériau  
5 se présente presque sous la forme d'une même fraction granulométrique.

Les granules dont le calibre dépasse 450  $\mu\text{m}$  et qui se meuvent selon une spirale à contre-courant de l'agent d'échange thermique 4, sont chauffés par ledit agent 4 jusqu'à une température de 950 à 1000°C. A cette température, se produit une décarbonisation intense de la partie carbonatée des granules  
10 avec dégagement du gaz carbonique. Grâce à cette réaction endothermique, s'établit dans la zone de traitement thermique une température de 1000 à 1100°C. Ensuite, du fait du mouvement vers le bas, commence dans les granules la réaction de formation primaire du clinker, de sorte que les granules se décarbonisent jusqu'à un degré de décarbonisation de 0,97 à 0,99. La poudre de ciment décarbonisée, présentant des granules dont le calibre est de 450 à 600  $\mu\text{m}$ , quitte la  
15 zone du courant hélicoïdal d'agent d'échange thermique 4 et parvient, en se mouvant à contre-courant du gaz 7, au stade de formation du clinker qui se produit à une température de 1350 à 1450°C. La quantité totale de chaleur, nécessaire pour l'obtention d'un kilogramme de clinker de ciment à partir  
20 d'une suspension ayant une teneur en humidité de 40,0%, est de 6100 à 6200 kJ. La quantité de combustible nécessaire à la formation d'un courant hélicoïdal d'agent d'échange thermique 4 pour la décarbonisation de la poudre de matière première de ciment dépend du degré de décarbonisation recherché. Dans la  
25 gamme de variation dudit degré de décarbonisation compris entre 0,75 et 0,99, la quantité de combustible amenée dans la partie inférieure de la chambre 3 varie de 56,8 à 73,6% de la totalité du combustible consommé dans le procédé de traitement thermique et de formation du clinker.

Une décarbonisation préalable de la poudre de matière première de ciment permet d'augmenter la vitesse de processus de 2,5 à 3 fois. En même  
30 temps, on peut réduire de 2 à 2,8 fois la longueur du four dans lequel se produit le frittage en clinker de la poudre de ciment décarbonisée.

#### EXEMPLE 7

A titre d'un autre exemple encore de réalisation du procédé selon l'invention, est étudié le cas de l'obtention d'engrais crayeux granulés à  
35 partir d'une suspension de matière crayeuse.

La composition chimique de la matière première, les conditions de pulvérisation de la suspension et l'aérodynamique du procédé de traitement sont les mêmes que dans l'exemple 1, mais la température du courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4 (figure 1) est de 750 à 800°C. Pendant le mouvement hélicoïdal des granules obtenus par séchage à contre-courant de l'agent d'échange thermique 4, ceux-ci sont chauffés jusqu'à 650 à 700°C, ce qui conduit à la consolidation de la couche superficielle des granules. Le produit fini se présente sous la forme de granules crayeux dont le calibre est de l'ordre de 200 à 300  $\mu\text{m}$  qui ne se détrempe pas dans l'eau même s'ils y sont plongés pendant un temps assez long, de l'ordre de 3 à 4 mois. L'expérience a montré que ces granules peuvent être utilisés avec succès en qualité d'engrais pour des sols acides. De tels engrais sont non poussiéreux, et leur stockage et transport sont plus faciles.

#### EXEMPLE 8

Considérons à titre d'un autre exemple encore de réalisation du procédé selon l'invention, le cas de l'obtention d'un produit céramique microgranulé à partir d'argiles à humidité naturelle de 18,0 à 25,0%. L'argile humidifiée subit une épuration qui la débarrasse des inclusions étrangères, après quoi la substance sèche de la suspension présente la composition chimique suivante, en pourcentage en masse:

	$\text{SiO}_2$ :	57,68
	$\text{Al}_2\text{O}_3$ :	11,13
	$\text{TiO}_2$ :	0,52
	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ :	4,29
	$\text{CaO}$ :	8,02
25	$\text{MgO}$ :	2,90
	$\text{K}_2\text{O}$ et } $\text{Na}_2\text{O}$ :	4,59
	$\text{SO}_3$ :	0,17

les pertes à la calcination étant de 10,70. On amène la suspension argileuse, à une teneur en humidité de 40,0% et débarrassée des inclusions de calibre dépassant 1 mm, sous une pression de 2,5 à 3,0 MPa, vers les moyens de pulvérisation 2 (buses) qui la transforment en gouttes de dimension de 10 à 800  $\mu\text{m}$ . Dans la partie inférieure de la chambre 3 est amené un mélange air-combustible (gaz combustible plus air primaire) dans lequel la quantité d'air forme de 10,0 à 20,0% de la totalité de l'air nécessaire pour brûler le gaz, le

coefficient d'excès d'air  $\alpha$  étant de 1,05 à 1,2; la vitesse initiale à l'entrée dans la chambre est de 15 à 20 m/s. La partie restante d'air, formant de 90,0 à 80,0% de la totalité de l'air nécessaire pour le brûlage du combustible, est amenée depuis la zone située plus bas sous la forme d'un courant

5 hélicoïdal et se mêle avec le mélange air-combustible. Le gaz brûle en formant un courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4 à une vitesse initiale de 80 à 90 m/s et à une température de 1100 à 1250°C. Pendant le mouvement des gouttes de la suspension 1 dans ledit courant, d'abord à co-courant, ensuite à contre-courant, celles-ci sèchent jusqu'à formation de granules

10 ayant une humidité de 0,1 à 5,0% et un calibre de 10 à 400  $\mu\text{m}$ . La température des gaz dans la zone de séchage s'établit alors dans la gamme de 600 à 850°C à l'entrée, de 160 à 250°C au milieu et de 100 à 120°C à la sortie de ladite zone. Les particules séchées entrent dans le courant hélicoïdal ascendant de l'agent d'échange thermique 4, où les particules 5 de calibre inférieur à 200  $\mu\text{m}$  se séparent de l'ensemble du matériau et sont entraînées dans

15 la zone de pulvérisation de la suspension argileuse 1. Pendant leur acheminement vers la zone de pulvérisation de la suspension 1, les particules 5 sont chauffées dans le courant de l'agent d'échange thermique 4 et se heurtent aux gouttes de la suspension à pulvériser 1; on obtient ainsi des granules présentant une plus grande dimension. Lesdites particules 5 chauffées servent de

20 noyaux de formation de particules de plus grande dimension et intensifient le processus de séchage. Les granules de calibre supérieur à 200  $\mu\text{m}$ , qui se séparent du matériau séché sont projetés par les forces centrifuges, créées par le courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4, vers les parois de

25 la partie inférieure de la chambre 3 et se meuvent vers le bas selon des spirales, en se réchauffant, grâce à l'échange thermique, jusqu'à une température de 970 à 1100°C à laquelle l'eau chimiquement liée se dégage de l'argile; il se produit ainsi une consolidation des granules grâce à la formation de la phase liquide. Ce dégagement de l'eau chimiquement liée se produit avec un effet

30 endothermique égal à 6700 kJ par kg d'eau dégagée. A la sortie des granules céramiques du courant d'agent d'échange thermique 4, ceux-ci ne contiennent presque pas d'eau chimiquement liée. Les granules céramiques chauffés, ayant un calibre de 200 à 400  $\mu\text{m}$ , entrent dans le courant hélicoïdal ascendant de gaz froid (air secondaire) et se refroidissent par échange thermique jusqu'à

35 une température de 80 à 100°C, tandis que l'air secondaire est réchauffé jusqu'à une température de 360 à 520°C. L'air secondaire chauffé se meut vers

le haut suivant une spirale et se mêle au mélange air-combustible en formant un courant hélicoïdal d'agent d'échange thermique 4. Les granules céramiques refroidis se présentent sous la forme d'un produit microgranulé non poussiéreux présentant une résistance à la compression de 60 à 80 kg/cm<sup>2</sup> et une masse volumique de 800 à 950 kg/m<sup>3</sup>; ils peuvent être utilisés en qualité d'agrégats dans la production de briques silico-calcaires légères et de bétons légers. La quantité totale de chaleur consommée pour obtenir 1 kg d'agrégat céramique est de 2900 à 3800 kJ.

L'appareil pour mettre en oeuvre le procédé ci-dessus d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension comporte une chambre 3 (figure 3) divisée en compartiments 8, 9, 10 et 11. Dans la partie supérieure de la chambre 3, présentant les plus grandes dimensions (compartiment 8), sont disposés des moyens 2 (buses mécaniques à rotation) de pulvérisation de la suspension qui sont associés à une conduite 12 d'amenée de la suspension. Dans la partie inférieure de la chambre 3 (compartiment 9) sont disposés, suivant une spirale, des moyens 13 (conduits ou chalumeaux) destinés à l'amenée de l'agent d'échange thermique à haute température, l'axe de chacun des conduits ou chalumeaux 13 (figures 4, 5) étant tangent à ladite spirale. Il est à noter que le diamètre et le pas des spires de la spirale augmentent suivant la hauteur du compartiment 9 (figures 4, 5, 6) en direction du compartiment 8 (figure 3) de la chambre 3.

Les compartiments 8 et 9 de la chambre 3 sont associés par un cône d'adaptation 14. Pour une meilleure distribution de l'agent d'échange thermique dans le compartiment 8 de la chambre 3, y est disposé un dispositif distributeur 15 qui dirige les gaz chauds, venant depuis le compartiment 9 de la chambre 3, directement vers la torche de pulvérisation. Des raccords 16 et 17, disposés respectivement à l'endroit de connexion du compartiment 8 avec le cône 14 et à proximité de l'extrémité supérieure du compartiment 8, servent à évacuer les gaz usagés. La quantité de gaz amenée par ces raccords 16 et 17 dans un conduit de gaz commun 18 est réglée à l'aide d'un volet 19. Le compartiment 10 de la chambre 3 disposé au-dessous est associé au compartiment 9 disposé plus haut par un cône d'adaptation 20 et un cylindre d'adaptation 21. Le compartiment 11 de la chambre 3 est associé au compartiment 10 disposé au-dessous par un cône d'adaptation 22 et un cylindre d'adaptation 23. Le compartiment 11 de la chambre 3 est associé par un cône d'adaptation 24 et un cylindre d'adaptation 25 à des moyens 26 (dispositif de décharge) destinés à évacuer le produit traité thermiquement hors de la partie inférieure de la chambre 3.

Sur la surface latérale des compartiments 10 et 11 sont disposés, suivant une spirale dont le pas et le diamètre des spires augmentent suivant la hauteur en direction du compartiment 9, des moyens 27 (buses) (figures 3, 7, 8) reliés à une source (non représentée) de gaz froid (air). Des buses  
5 similaires (non représentées) peuvent être prévues dans les cylindres d'adaptation 21 (figure 3), 23, 25 et dans les cônes d'adaptation 22 et 24.

Pour éviter une pénétration des particules du produit granulé dans les gaz usagés, et assurer un régime aérodynamique le plus favorable, un distributeur de gaz 28 est installé dans le compartiment 8 de la chambre 3.

10 En fonction des propriétés recherchées du produit granulé, l'appareil pour réaliser le procédé ci-dessus peut recevoir de légères modifications. Ainsi, sur la figure 3 est représenté un appareil pour l'obtention de produits granulés nécessitant un refroidissement au stade final de production, par exemple de la chaux obtenue à partir des boues calcaires, etc., alors que la  
15 figure 9 représente un appareil pour l'obtention d'une poudre de ciment décarbonisée à partir d'une suspension de matière première de ciment. Dans ce cas, l'appareil est installé devant un four tournant 29 de telle façon que la poudre de ciment décarbonisée granulée pénètre sans refroidissement dans ce four tournant 29. Si l'on emploie une telle installation, le four tournant 29 sert  
20 uniquement à la formation du clinker, alors que le chauffage et la décarbonisation se produisent dans les compartiments 8 et 9 de la chambre 3. De ce fait, la capacité d'un four tournant ordinaire peut être augmentée de 2,5 à 3,0 fois. Les chalumeaux ou conduits 13 sont disposés dans le compartiment 9 de la chambre 3 suivant une spirale de telle manière que l'axe de chacun des chalumeaux  
25 ou conduits 13 soit tangent à ladite spirale. Le pas et le diamètre des spires de la spirale augmentent suivant la hauteur du compartiment 9 (figures 9, 10, 11) en direction de l'endroit de sa connexion avec le cône 14 (figure 9) du compartiment 8. Le compartiment 9 de la chambre 3 communique avec le four tournant 29 par l'intermédiaire d'un raccord 30.

30 Pour rendre possible l'obtention de produits granulés, à partir d'une suspension, à des capacités différentes en maintenant constante la consommation spécifique du combustible, on utilise le mode de construction représenté sur la figure 12.

L'appareil est constitué par une chambre 3 divisée en compartiments  
35 8, 9, 10 s'associant entre eux au moyen de cônes d'adaptation 14 et 20 et d'un cylindre d'adaptation 21. Dans le compartiment 8 de la chambre 3 est installée

une buse mécanique à rotation 2 raccordée à une conduite 12 d'amenée de la suspension. La chambre 3 est dotée d'un plan de joint horizontal 31 auquel on peut associer, à l'aide d'un cône d'adaptation 32, les compartiments 9 et 10 de dimensions et de types différents avec un dispositif de décharge 26, assujettis sur une plate-forme 33. La partie inférieure amovible d'une autre dimension de la chambre, installée sur la plate-forme 33, a une structure analogue à celle représentée sur la figure 3. Les compartiments 9 et 10 peuvent être déplacés avec la plate-forme 33 selon une direction perpendiculaire à l'axe vertical de la partie supérieure de la chambre 3, ce qui permet de remplacer rapidement lesdits compartiments en cas de besoin.

Le dispositif de décharge 26 peut être semblable à toutes les parties amovibles de dimensions différentes de la chambre 3.

Lors du fonctionnement de l'appareil pour l'obtention de produits granulés à partir des suspensions (1 de la figure 1), par exemple de suspension de carbonates, celles-ci sont amenées sous pression par la conduite 12 (figure 3) vers les buses mécaniques à rotation 2 et dispersées sous la forme de gouttes dans le compartiment 8 de la chambre 3. Dans le compartiment 9, s'effectue l'admission du mélange air-combustible par les chalumeaux ou conduits 13 disposés suivant une spirale. Le gaz (air) est amené par les buses 27 dans les compartiments 10 et 11 et se mêle au mélange air-combustible. Grâce à la disposition en spirale des buses 27, se crée dans les compartiments 10 et 11 un courant hélicoïdal ascendant intensif du gaz 6, par exemple de l'air, qui se mêle au mélange air-combustible amené par les chalumeaux ou conduits 13, en assurant le brûlage de celui-ci.

L'agent d'échange thermique 4 qui est produit lorsqu'on brûle le mélange, pénètre sous la forme d'un courant hélicoïdal tourbillonnaire dans le compartiment 8 de la chambre 3. Les gouttes de la suspension 1 sèchent dans le courant d'agent d'échange thermique 4 dirigé par le dispositif de distribution 15 directement vers la torche de pulvérisation qui se forme lors de la pulvérisation de la suspension 1 par les buses 2. Les particules séchées tombent sur la surface conique du cône d'adaptation 14 et de là, dans le compartiment 9 de la chambre 3, où elles sont saisies par le courant hélicoïdal ascendant d'agent d'échange thermique 4. Sous l'action des forces centrifuges du courant d'agent d'échange thermique 4, les gros granules sont projetés vers la surface latérale du compartiment 9 de la chambre 3, tandis que les granules plus petits sont emportés par le courant dudit agent 4 vers la torche de pulvérisation de la suspension 1. En descendant suivant une spirale à contre-courant avec

l'agent d'échange thermique 4, les gros granules sont chauffés. Les petits granules qui montent dans le courant d'agent d'échange thermique 4 sont chauffés eux aussi, et lors des collisions avec les gouttes de la suspension pulvérisée 1, leur cèdent leur chaleur. De ce fait, le processus de séchage s'intensifie et les granules du matériau séché augmentent de dimension. Les gros granules, se mouvant vers le bas selon une spirale, traversent le compartiment 9 de la chambre 3, où ils subissent un traitement thermique à haute température. Il est à noter, qu'on peut faire varier le calibre des granules qui se séparent du produit séché dans la gamme des 200 à 800  $\mu\text{m}$  en réglant la vitesse initiale d'admission du mélange air-combustible dans les chalumeaux ou conduits 13 et, donc, celle de l'agent d'échange thermique 4. En faisant varier la température des gaz obtenus en brûlant du combustible, on obtient des régimes différents de traitement thermique et la possibilité d'obtenir par le procédé ci-dessus des produits granulés de propriétés différentes.

Les granulés chauffés se transfèrent du compartiment 9 de la chambre 3 dans le compartiment 10 de ladite chambre où ils se refroidissent dans le courant du gaz 6 (air) amené par les buses 27. Le refroidissement définitif des granules s'opère dans le compartiment 11 de la chambre 3, de la partie inférieure duquel le produit granulé est transféré par le cylindre d'adaptation 25 dans le dispositif de décharge 26.

Les gaz usagés peuvent échapper en dehors du compartiment 8 de la chambre 3 par l'un des raccords 16 ou 17 connecté avec le compartiment 8 de la chambre 3 dans sa partie inférieure et dans sa partie supérieure, respectivement. Le choix du raccord à utiliser pour l'évacuation des gaz usagés dépend de la température minimale desdits gaz et du régime aérodynamique de fonctionnement de l'appareil. Le débit des gaz prélevés des raccords 16 et 17 est réglé à l'aide du volet 19 disposé dans le conduit de gaz 18.

Au cas où le refroidissement des granulés n'est pas imposé, par exemple pendant le traitement thermique d'une suspension de matière première de ciment, les granulés traités thermiquement sont amenés sans refroidissement par le raccord 30 (figure 9) dans le four tournant 29 ou dans une autre installation, où se produit le traitement ultérieur du produit granulé. Le traitement thermique de suspension à des capacités différentes, par exemple à des capacités de 5 à 10 fois inférieures à la capacité nominale, est réalisé dans un appareil exécuté comme représenté sur la figure 12. Dans ce cas, le traitement thermique de la suspension avec capacité nominale s'opère dans les compartiments

8, 9, 10 de la chambre 3. Dans le compartiment 8 de la chambre 3 se produit alors le séchage de la suspension, dans le compartiment 9 le classement dimensionnel et le traitement thermique à haute température du matériau granulé et dans le compartiment 10, le refroidissement du produit granulé. Si un changement  
5 de la capacité de l'installation est nécessaire, on déplace la plate-forme 33 vers la gauche et l'on dispose sous le plan de joint 31 un compartiment 9 d'une dimension différente. Le cône d'adaptation 32 s'introduit dans le plan de joint 31 en raccordant ledit compartiment 9 de nouvelle dimension au compartiment 8. Etant donné que, malgré la baisse de consommation du combustible, due à la  
10 diminution de la quantité de suspension à traiter, les conditions aérodynamiques dans les compartiments 9 et 10 de la chambre 3 restent invariables, les conditions du classement dimensionnel du matériau granulé et de son traitement thermique s'avèrent, elles aussi, inchangées, de sorte que la consommation spécifique du combustible est maintenue constante, ce qui est surtout important au cas  
15 où il est nécessaire de maintenir constante la composition de la phase gazeuse dans les gaz usagés, par exemple la teneur de ces derniers en gaz carbonique.

La décharge du produit granulé refroidi s'effectue à l'aide du dispositif de décharge 26 qui est commun à toutes les parties inférieures amovibles des différentes dimensions, ce qui assure la continuité du procédé. Ainsi,  
20 l'exécution de la chambre 3 en deux parties séparées, dont la partie inférieure est mobile et facilement interchangeable, permet de changer rapidement la construction de l'appareil pour le faire fonctionner à des capacités différentes en maintenant constante la consommation spécifique du combustible.

On constate donc que le procédé ci-dessus d'obtention de matériaux  
25 granulés et l'appareil pour la mise en oeuvre de ce procédé permettent d'obtenir un produit granulé de haute qualité à partir de matières premières conditionnées ou non conditionnées. Ces procédés et appareil assurent la concentration de la totalité du procédé de production dans une seule installation, ce qui facilite le contrôle dudit procédé et permet sa complète automatisation. Les  
30 régimes d'obtention des produits sont facilement réglables selon les propriétés recherchées du produit. En outre, sont assurées une réduction de l'aire productive et une économie du combustible.

• Bien que les exemples particuliers ci-dessus de réalisation du procédé concernent notamment les procédés d'obtention de chaux granulée à partir d'une  
35 suspension crayeuse ou à partir d'un résidu du filtre dans la fabrication du sucre, d'obtention d'une poudre de ciment décarbonisée à partir d'une suspension

de matière première de ciment, d'obtention d'engrais crayeux à partir d'une suspension de matière crayeuse, ou encore d'obtention d'un produit céramique microgranulé à partir d'argiles, l'invention peut être également appliquée dans une gamme étendue de procédés d'obtention de produits granulés à partir  
5 d'autres espèces de suspensions.

De la description détaillée ci-dessus de la présente invention, il ressort de toute évidence que l'homme de l'art a la possibilité d'atteindre tous les buts de l'invention sans sortir de son cadre. Il est cependant tout aussi évident que de légères modifications peuvent être apportées aux régimes  
10 d'obtention de produits granulés et à la construction des appareils pour réaliser ce procédé, sans pour autant s'écarter de l'esprit et du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'obtention de produits granulés à partir d'une suspension, comprenant la pulvérisation de la suspension, l'admission d'un agent d'échange thermique dans la zone de pulvérisation de la suspension sous la forme de courant hélicoïdal, le séchage de la suspension à l'aide dudit agent d'échange thermique avec admission simultanée des particules fines du matériau séché dans la zone de pulvérisation, l'évacuation de l'agent d'échange thermique usagé après le séchage de la suspension, le traitement thermique des granules obtenus par le séchage et leur évacuation de la zone de traitement thermique, caracté-  
5 risé en ce qu'on effectue le séchage de la suspension de sorte que celle-ci soit à co-courant et à contre-courant de l'agent d'échange thermique que l'on introduit dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension, on sépare par ce même courant de l'agent d'échange thermique les fractions fines du matériau séché, on amène ces fractions fines dans la zone  
10 de pulvérisation de la suspension et on chauffe à contre-courant les granules se formant lors du séchage, pendant leur mouvement hélicoïdal vers le bas, jusqu'à une température assurant les propriétés recherchées du produit.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on obtient une partie de l'agent d'échange thermique par amenée d'un gaz froid à contre-  
20 courant à travers les granules chauffés sous la forme d'un courant ascendant hélicoïdal.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'on utilise la partie de l'agent d'échange thermique obtenue par amenée du gaz froid à travers les granules chauffés, en qualité d'oxydant pour brûler  
25 du combustible utilisé pour la formation du courant d'agent d'échange thermique acheminé vers la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, en cas de traitement d'une suspension de carbonates, on choisit la température de  
30 l'agent d'échange thermique amené dans la zone disposée au-dessous de la zone de pulvérisation de la suspension, dans la gamme de 750 à 1750°C.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on choisit la vitesse initiale du courant d'agent d'échange thermique dans la gamme de 50 à 150 m/s.

35 6. Appareil pour mettre en oeuvre le procédé selon la revendication 1, comprenant une chambre, des moyens d'admission de l'agent d'échange thermique,

des moyens de pulvérisation de la suspension disposés à l'intérieur de ladite chambre, des raccords prévus dans le corps de la chambre pour l'évacuation des gaz usagés et des moyens pour la décharge du produit granulé traité thermiquement de la partie inférieure de la chambre, caractérisé en ce que la chambre

5 présente une section transversale variable suivant la hauteur et reçoit dans sa partie supérieure, ayant les plus grandes dimensions, lesdits moyens de pulvérisation de la suspension et dans sa partie inférieure, lesdits moyens d'admission de l'agent d'échange thermique qui sont disposés suivant des spirales, le pas et le diamètre des spires desdites spirales étant variables

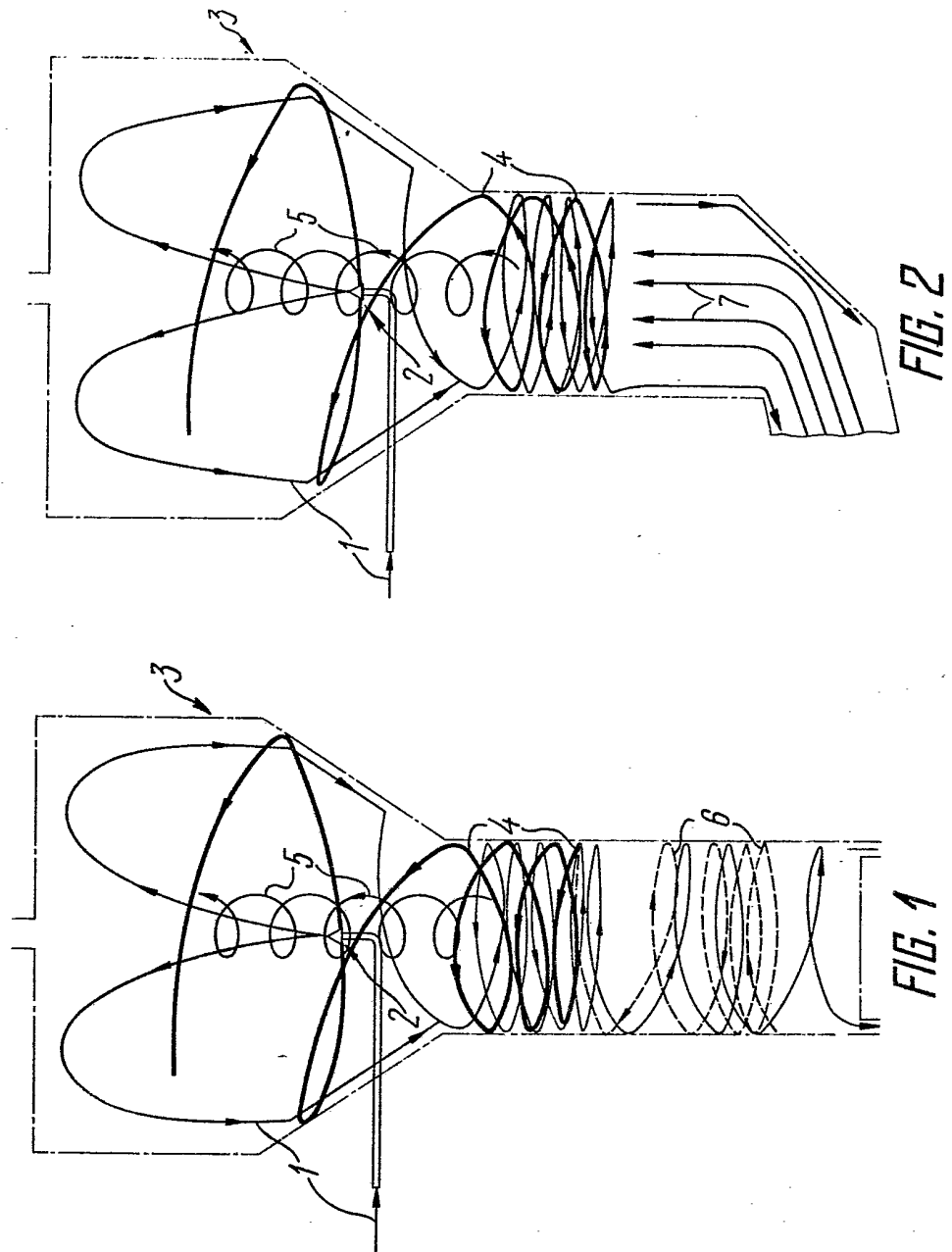
10 suivant la hauteur de la chambre en augmentant en direction de l'emplacement des moyens de pulvérisation de la suspension de façon à former dans la chambre des courants ascendants hélicoïdaux de l'agent d'échange thermique.

7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une partie des moyens d'admission de l'agent d'échange thermique est sous forme de conduits

15 ou chalumeaux servant à obtenir un agent d'échange thermique à haute température, tandis que l'autre partie desdits moyens, disposée au-dessous desdits conduits ou chalumeaux, est sous forme de buses associées à une source de gaz froid.

8. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que la partie inférieure de la chambre est pourvue d'un plan de joint horizontal et que la

20 partie de la chambre disposée sous ledit plan de joint est mobile et assujettie sur une plate-forme avec possibilité de mouvement selon la direction perpendiculaire à l'axe vertical de la partie supérieure de la chambre, ladite plate-forme étant pourvue d'au moins une partie mobile de dimension différente.



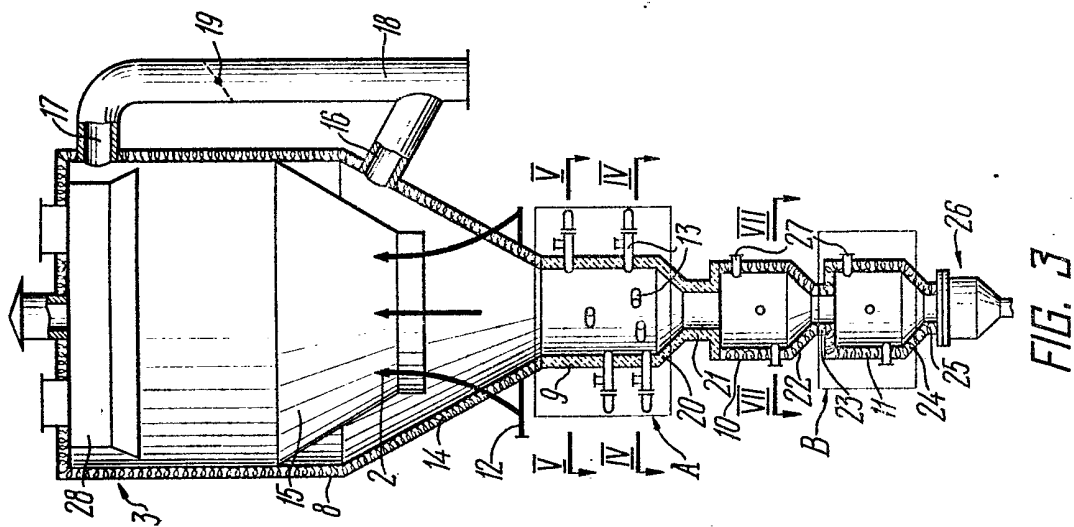


FIG. 3

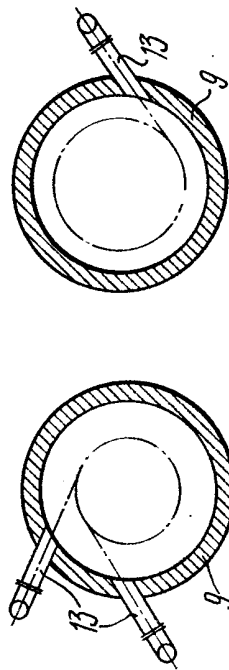


FIG. 4

FIG. 5

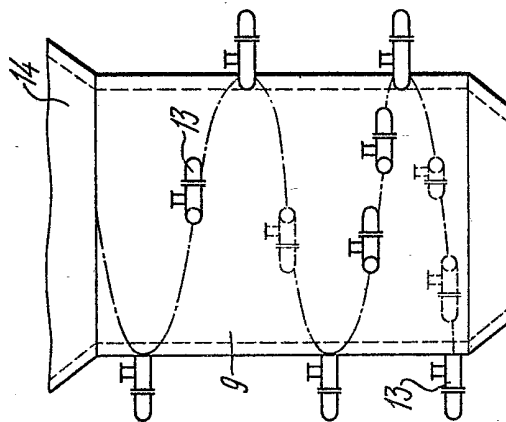


FIG. 6

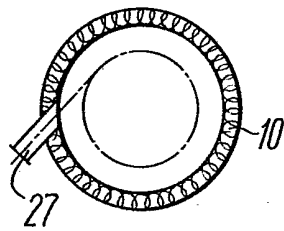


FIG. 7

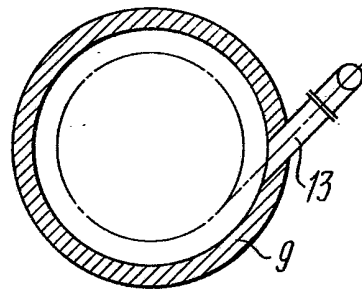


FIG. 10

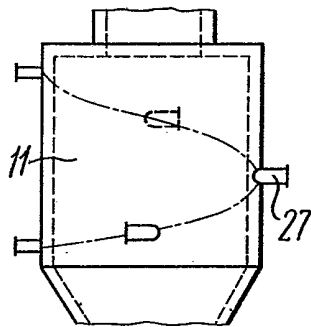


FIG. 8

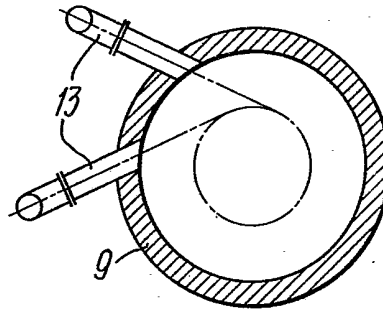


FIG. 11

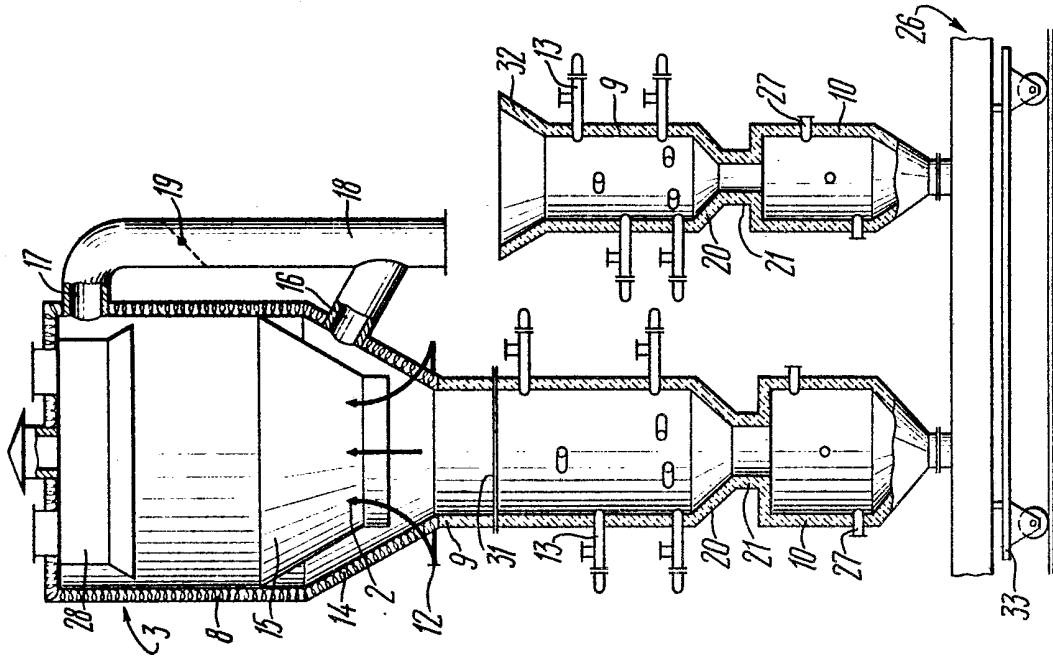


FIG. 9

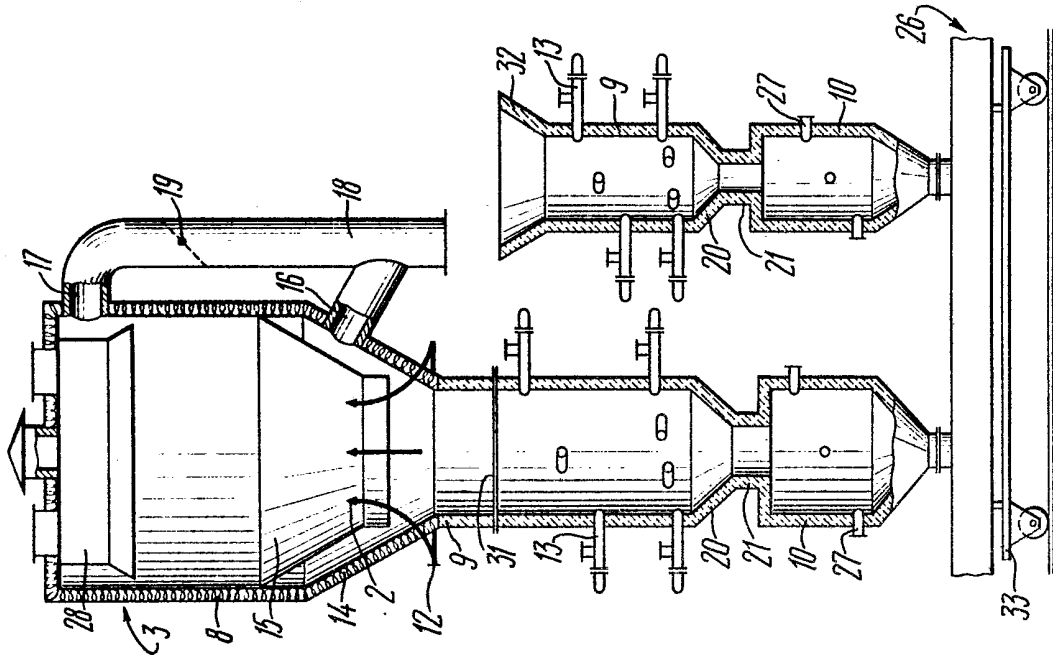


FIG. 12