

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

0 051 008
B2

(12)

NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45)

Date de publication du nouveau fascicule du brevet:
30.03.88

(51)

Int. Cl.⁴: **F 26 B 3/16**

(21)

Numéro de dépôt: **81401565.7**

(22)

Date de dépôt: **09.10.81**

(54)

Procédé pour le refroidissement lent différé du grain en continu.

(30)

Priorité: **09.10.80 FR 8021590**

(43)

Date de publication de la demande:
05.05.82 Bulletin 82/18

(45)

Mention de la délivrance du brevet:
28.09.83 Bulletin 83/39

(45)

Mention de la décision concernant l'opposition:
30.03.88 Bulletin 88/13

(84)

Etats contractants désignés:
AT DE GB IT SE

(56)

Documents cités:
FR - A - 821 091
FR - A - 912 848
FR - A - 2 367 259
GB - A - 256 500
GB - A - 647 490
US - A - 1 932 830
US - A - 2 560 141
US - A - 3 701 203

ASAE Paper No. 77-3019 réunion ann. 26 à 29 06.1977

(73)

Titulaire: **SECEMIA - Société Européenne de
Constructions Electro-Mécaniques Industrielles et
Agricoles Société anonyme, 5, avenue du Général de
Gaulle, F-60304 Senlis (FR)**

(72)

Inventeur: **Book, Gérard, 38, rue du Faubourg
Saint-Martin, F-60300 Senlis (FR)**

(74)

Mandataire: **Laget, Jean-Loup et al, Cabinet Pierre
Loyer 77, rue Boissière, F-75116 Paris (FR)**

EP 0 051 008 B2

Description

La présente invention se rapporte à un procédé pour le refroidissement lent différé du grain en continu.

Il est usuel de procéder à un séchage du grain récolté afin d'en éliminer l'humidité avant son entreposage. Cette opération est réalisée, actuellement, de façon courante dans des séchoirs travaillant en continu, le grain étant introduit dans la partie supérieure du séchoir et étant prélevé à sa partie inférieure, des moyens étant prévus pour admettre dans le séchoir d'abord de l'air chaud, dans une ou plusieurs sections supérieures, puis de l'air froid, dans sa partie inférieure, afin de refroidir le grain avant son extraction du séchoir. Un tel procédé est décrit par exemple dans le document FR-A 2 367 259.

Il est également connu de prévoir, dans un séchoir de ce type général, au moins une section dans laquelle il ne se produit aucune circulation d'air (Brevet FR-A 821 091, Brevet US-A 3 701 203) de façon telle que la chaleur transmise au grain dans la zone de séchage (ou dans une zone de préséchage) puisse imprégner ce dernier en permettant une élévation de température de l'ensemble du grain.

Il se produit alors dans le grain, pendant cette période, une migration de l'humidité intérieure vers la surface, ce qui favorise le séchage.

Mais compte tenu du temps pendant lequel le grain demeure dans un séchoir entre son orifice d'entrée supérieure et sa base, la durée de séjour du grain dans ces zones de relaxation ou de ressuyage est nécessairement très limitée et elle est en fait trop courte pour permettre une migration suffisante de l'humidité du grain vers la surface pour rendre possible une terminaison du séchage au degré requis sous le seul effet de l'air de refroidissement.

Il est connu par ailleurs de sortir d'un séchoir du grain non totalement sec et encore chaud. Dans un tel cas, pour compléter le séchage, on utilise les calories contenues dans le grain à la sortie du séchoir, en assurant son repos dans une cellule. Il se produit, au cours de ce repos, un ressuyage de l'humidité interne du grain, qui subit une migration vers l'extérieur ou vers la périphérie. Le phénomène qui se produit peut être comparé à celui intervenant dans la zone de relaxation d'un séchoir comme indiqué précédemment. Mais il est alors de durée nettement plus longue, ce qui permet une migration plus complète de l'humidité vers l'extérieur du grain, et en conséquence une extraction plus facile de cette humidité. Après cette migration, il suffit de procéder à une ventilation du grain avec un faible débit de renouvellement d'air pour compléter le séchage et le refroidissement, tel que décrit par exemple dans le US-A 2 560 141:

«Dans le document imprimé, référence ASAE Paper No. 77-3019 résultant d'une communication publique faite lors de la réunion annuelle de l'American Society of Agricultural Engineers, qui s'est tenue les 26 à 29 juin 1977 en Caroline du

Nord (E.U.A.) il est décrit une installation de séchage comportant un séchoir concourant et une colonne de refroidissement dans laquelle le grain descend progressivement dans des conditions non ventilé puis, ensuite, selon un parcours ventilé jusqu'au bas de la colonne.»

Il résulte de ce procédé connu, dénommé procédé de refroidissement lent différé, outre un séchage plus homogène et plus efficace, comme indiqué précédemment, un gain de débit pour les séchoirs existants, une réduction de consommation d'énergie et une amélioration de la qualité du grain.

Tel qu'il est appliqué à l'heure actuelle, ce procédé présente toutefois un certain nombre d'inconvénients. En effet, il nécessite l'emploi de plusieurs silos équipés d'un système de refroidissement lent différé pour suivre le rythme fonctionnel d'un séchoir continu. En outre, le contrôle de l'opération doit être rigoureux pour respecter les phases nécessaires, ce qui exige la formation d'un personnel spécialisé qui doit également apporter une attention particulière au travail.

Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients du procédé connu.

L'invention est matérialisée, à cet effet, dans un procédé de refroidissement lent différé du grain encore chaud et encore chargé d'humidité excédentaire prélevé à un séchoir, consistant, de façon continue, à assurer la descente progressive de ce grain à l'intérieur d'au moins une colonne, d'abord dans des conditions non ventilées, puis après un temps de descente correspondant au temps nécessaire au ressuyage de l'humidité interne du grain, à assurer la ventilation de ce grain pour compléter de séchage et le refroidissement tandis que ledit grain continue sa progression vers le bas à l'intérieur de la colonne, et à prélever le grain séché et refroidi à la colonne.

Ainsi, le procédé général connu de refroidissement lent différé est mis en œuvre d'une manière continue au cours de la progression du grain dans une même colonne, en évitant les inconvénients résultant de la capacité de stockage requise suivant la technique antérieure. A l'intérieur de la colonne, le grain est soumis à une séquence de traitement bien précise, qui diffère de celle d'un séchoir en ce sens qu'aucun échauffement du grain ne se produit pour le séchage et que ce grain est soumis simplement à un temps de repos ou de ressuyage, puis à une ventilation de refroidissement.

Ce procédé allie les avantages résultant du prélèvement à un séchoir d'un grain non encore séché au degré requis et encore chaud, avec le gain de débit et la réduction de consommation d'énergie qui y sont liés, et ceux résultant d'un ressuyage plus complet et plus long du grain, avec les avantages d'un traitement en continu dans un appareillage d'encroûtement nettement réduit par rapport aux installations existantes.

Suivant un mode de mise en œuvre préférentiel, on assure la ventilation du grain au cours de sa progression dans la colonne par passage d'air à contre-courant par rapport au sens de progres-

sion du grain. On peut ainsi, suivant l'invention, admettre de l'air au voisinage du point de sortie du grain par rapport à la colonne, c'est-à-dire à l'endroit où le grain est déjà suffisamment refroidi, ce qui évite le choc thermique du grain, en résidant les fêlures.

Suivant une autre particularité de ce procédé, on effectue la ventilation du grain en pression, en assurant l'admission d'air froid au voisinage du point de sortie du grain par rapport à la colonne et l'évacuation de l'air à un niveau intermédiaire de cette colonne, choisi en fonction du temps de ressuyage requis. On peut alors récupérer l'énergie contenue dans l'air évacué de la colonne du fait du niveau enthalpique constant de cet air, qui est saturé et chaud et qui se trouve pratiquement à la même température que le grain après ressuyage. Cette récupération d'énergie peut se faire de toute manière désirée, par exemple au moyen d'un échangeur de chaleur, avec condensation de l'humidité contenue dans l'air.

Un autre avantage encore du procédé suivant l'invention réside dans le fait que l'homogénéité du grain séché est améliorée par suite de sa progression régulière et continue dans la colonne. Il s'établit alors entre les grains des modifications de contact par rapport aux grains voisins, ce qui favorise les échanges avec l'air et accroît en conséquence l'efficacité de la ventilation.

La description qui va suivre faite en regard des dessins annexés, donnés à titre non limitatif, permettra de mieux comprendre l'invention.

La Fig. 1 est une vue schématique en élévation d'une installation de refroidissement lent différé du grain en continu.

La Fig. 2 est une vue prise dans un plan perpendiculaire à celui de la Fig. 1.

La Fig. 3 est une vue en plan de la partie inférieure d'un module.

La Fig. 4 est une vue en coupe par la ligne IV-IV en Fig. 3.

La Fig. 5 est une vue partielle schématique montrant la base d'un module de l'installation.

La Fig. 6 est une vue analogue à la Fig. 5, mais en regardant dans une direction décalée de 90°.

La Fig. 7 est une vue analogue à la Fig. 6 mais correspondant à une variante de réalisation.

On a représenté sur les Fig. 1 et 2 un mode de réalisation d'installation de refroidissement lent différé du grain en continu. Cette installation comprend un silo désigné d'une façon générale par la référence 1, présentant une construction modulaire et ménageant des enceintes ou colonnes 2 de refroidissement du grain.

Ce silo est combiné à sa partie supérieure avec un dispositif d'alimentation en grain, indiqué schématiquement en 3 sur les Fig. 1 et 2, capable d'amener du grain au silo depuis un séchoir à grain par exemple. On prévoit judicieusement des dispositifs de contrôle du niveau du grain dans le silo et un dispositif de régulation, ces dispositifs pouvant être de type en soi connu.

Il est prévu vers la base du silo des gaines d'alimentation en air froid et de distribution indiquées

en 4, qui seront décrites plus en détail plus loin et qui assurent une répartition d'air uniforme dans toute la base du silo. Ces gaines 4 sont alimentées à partir de ventilateurs 5.

A un niveau intermédiaire du silo, il est prévu un système de gaines 7 formant un collecteur d'air qui intercepte et évacue vers l'extérieur en 6 (Fig. 2) l'air de séchage et de refroidissement ayant pénétré dans le silo par les gaines 4.

On a représenté de façon plus détaillée sur les Fig. 3 et 4 la partie inférieure du silo, avec les moyens d'admission de l'air.

Ces Fig. 3 et 4 montrent un module désigné d'une façon générale par 8, avec ses poteaux de support 9 et quatre cônes dirigés vers le bas pour la sortie du grain, les orifices de sortie étant indiqués en 10a.

La partie centrale du module est formée par la gaine 4 d'arrivée de l'air, qui constitue une poutre supportant le poids du grain qui se trouve dans le silo. Des parties latérales 11 constituant également des poutres de support complètent la structure modulaire de la base de ce silo.

Comme indiqué sur les Fig. 3 et 4, la partie supérieure de la gaine centrale 4 a une forme de toit, et il est prévu vers le sommet de cette partie des orifices de sortie d'air, 12. Cette partie munie d'orifices 12 est recouverte d'un chapeau 13 soutenu à une certaine distance de la gaine 4 de telle sorte que, comme indiquée par des flèches en particulier sur la Fig. 4, l'air passant par cette gaine 4 et sortant par les orifices 12 soit dévié par le chapeau 13 pour remonter à l'intérieur du grain sensiblement au droit des orifices d'écoulement 10a des cônes d'évacuation du module.

La gaine 4 assurant l'acheminement de l'air dans un module communique avec la gaine 4 du module suivant après l'assemblage des modules, par des orifices rectangulaires ménagés dans les flancs d'extrémité de la base, visibles en 14 sur la Fig. 2. Cette communication apparaît sur la Fig. 1.

On voit que l'on obtient ainsi, pour la base du silo, une structure autoporteuse qui remplit trois fonctions différentes. En effet, cette structure supporte le grain, en évitant un poutrage classique avec des profilés en I et en H. Elle permet en outre une extraction simultanée par des multi-cônes dans la totalité de la section droite horizontale du silo, d'une manière assurant une descente du grain en couches horizontales, ce qui soumet toutes les fractions du grain à un refroidissement lent uniforme. Enfin, elle constitue par les gaines et les chapeaux décrits un réseau de ventilation et d'injection d'air dans le grain, avec une répartition directe d'un module à l'autre.

On a montré sur les Fig. 5 et 6 un mode de réalisation préférentiel de système d'extraction. Les éléments déjà visibles sur les Fig. 3 et 4 ont été désignés ici par les mêmes références. On voit que chaque orifice 10a d'un cône d'extraction 10 est prolongé vers le bas par un tube 15 auquel se raccorde un autre tube 16 avec interposition d'un joint souple et étanche 17 qui permet les déformations tout en évitant les fuites d'air. Ce tube 16 est reliée à son tour par un raccord polyvalent 18

à une première gaine 19 dans laquelle est montée une vis transporteuse tournant à faible vitesse. La vitesse de rotation de cette vis est réglée par un motovariateur qui peut être par exemple de type mécanique ou électronique, ce qui rend possible un dosage précis de l'extraction du grain. Il est prévu, au-dessous de cette première gaine 19, une autre gaine 20 reliée à la précédente par des raccords 21 et dans laquelle est montée une vis transporteuse collectrice à gros débit, assurant l'évacuation du grain par exemple vers un poste de stockage.

On voit en particulier à l'examen de la Fig. 6, sur laquelle des flèches indiquent le sens de transport du grain par les vis, que le grain de la gaine supérieure à faible débit tombe après un très court trajet dans la gaine inférieure à gros débit. Il va de soi d'ailleurs que les sens de transport dans les deux gaines pourraient être les mêmes au lieu d'être opposés.

Cet agencement du système d'extraction et d'évacuation permet d'obtenir une faible hauteur d'ensemble et il peut être soutenu par des embases comme indiqué en 22 sur la Fig. 5. Il résulte de cette faible hauteur un gain appréciable sur le coût des poteaux et on évite les fers de contreventement du fait de l'encastrement des poteaux latéraux sur toute la hauteur des bases. En outre, un système d'extraction à deux vis de ce type constitue un extracteur sensiblement étanche, qui assure le maintien de l'étanchéité pendant l'extraction.

On décrira maintenant le fonctionnement d'ensemble d'un silo de refroidissement lent différé en continu suivant l'invention.

Sur les Fig. 1 et 2, on a indiqué en 23 le talus de grain provenant d'un séchoir et amené par le dispositif d'alimentation 3. Le silo est rempli de grain sur toute sa hauteur. On conçoit aisément qu'il se produit par les cônes 10 et tubes 15, 16, à la base du silo, un prélèvement d'une certaine quantité de grain, en fonction de la vitesse des vis. La masse du grain subit alors dans le silo un déplacement progressif vers le bas par couches horizontales. La vitesse des vis peut être réglée en fonction du temps de séjour requis du grain dans le silo.

Pendant le fonctionnement, les ventilateurs 5 envoient dans la totalité de la base du silo, par l'intermédiaire des gaines 4, de l'air froid assurant le refroidissement et le fin du séchage du grain. Cet air qui pénètre dans la base du silo s'élève à l'intérieur de la masse du grain et il est intercepté et évacué vers l'extérieur par le système de gaines 7 situé à un niveau intermédiaire.

Ainsi, dans la partie supérieure du silo, le grain n'est pas soumis à l'effet d'air de séchage. Il subit donc pendant toute sa progression vers le bas dans la partie supérieure du silo un effet de ressuyage de l'humidité interne, analogue à celui obtenu au cours de son repos dans une cellule. Quand le grain arrive, au cours de sa descente, au niveau intermédiaire du système de gaines 7 et le franchit, il commence à subir l'effet de l'air qui va compléter son séchage et son refroidissement.

Etant donné que l'air froid est introduit dans le silo par sa base, juste en amont des extracteurs, cet air froid vient en contact avec du grain en principe complètement refroidi, ce qui évite tout choc thermique pour le grain. Au fur et à mesure de sa progression vers le haut à l'intérieur du grain, cet air se réchauffe en venant en contact avec du grain de plus chaud, et l'air quittant le silo se trouve sensiblement à la température du grain à la fin du stade de ressuyage. L'air s'échappant vers l'extérieur peut alors être traité pour la récupération des calories qu'il contient, avec condensation de l'humidité.

On a montré sur la Fig. 7 une variante de réalisation de moyens d'extraction du grain à la base du silo. Dans ce cas, un tube 30 est relié à la base de l'orifice 10a du cône 10, ce tube étant ici en deux parties avec interposition d'un joint souple 24. Ce tube 23 est prolongé vers le bas par une buse 25 se raccordant à un corps d'écluse 26. Une buse de sortie 27 partant de ce corps d'écluse 26 rejoint la gaine 28 d'une vis collectrice.

Une écluse rotative de type connu est montée dans le corps d'écluse 26. Elle est entraînée en rotation par un arbre 29 dont la vitesse est réglée en fonction du débit de sortie du grain et en conséquence du temps de séjour du grain dans le silo.

Le fonctionnement d'ensemble d'un silo ainsi équipé est le même que précédemment.

Des modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits, dans le domaine des équivalences techniques. Ainsi, comme indiqué précédemment, les moyens de prélèvement du grain pourraient être constitués par des vannes, pneumatiques à registre, pouvant être commandées toutes ensemble ou les unes après les autres selon un rythme d'ouverture déterminé ici encore en fonction du temps de séjour requis pour le grain à l'intérieur du silo.

Revendications

1. Procédé de refroidissement lent différé du grain encore chaud et encore chargé d'humidité excédentaire prélevé à un séchoir, caractérisé en ce que, de façon continue, on assure la descente progressive de ce grain à l'intérieur d'au moins une colonne d'abord dans des conditions non ventilées, puis après un temps de descente correspondant au temps nécessaire au ressuyage de l'humidité interne du grain, on assure la ventilation de ce grain pour compléter le séchage et le refroidissement tandis que ledit grain continue sa progression vers le bas à l'intérieur de la colonne, et on prélève le grain séché et refroidi à cette colonne.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on assure la ventilation du grain au cours de sa progression dans la colonne à contre-courant par rapport au sens de progression de ce grain.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on effectue la ventilation du grain en assurant l'admission d'air froid au voisinage du point de sortie du grain par rapport à la colonne

et l'évacuation de l'air à un niveau intermédiaire de cette colonne, choisi en fonction du temps de ressuyage requis.

4. Procédé suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'on récupère l'énergie calorifique contenue dans l'air évacué de la colonne.

Claims

1. Process for the slowly deferred cooling of grain which is still warm and still laden with excess moisture after having been removed from a drying apparatus, characterized in that, continuously, the said grain is caused to descend progressively inside at least one column, first under non-ventilated conditions and then, after a period of descent corresponding to the time necessary for the drying out of the internal moisture from the grain, the ventilation of the said grain is effected for completing the drying and colling thereof while the said grain continues its downward progress inside the column, and the dried and cooled grain is removed from the said column.

2. Process according to Claim 1, characterized in that the ventilation of the grain is effected in the course of its advance inside the column in contraflow with respect to the direction of advance of the said grain.

3. Process according to Claim 2, characterized in that the ventilation of the grain is effected while causing cold air to be admitted in the vicinity of the point where the grain passes out of the column and the removal of the air is effected at an intermediate level of the said column which is selected as a function of the required drying period.

4. Process according to Claim 2 or 3, character-

ized in that the calorific energy contained in the air removed from the column is recovered.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum trägen verzögerten Kühlen von noch warmem und noch mit Überschussfeuchtigkeit beladenem Getreide, das einem Trockner entnommen wird, dadurch gekennzeichnet, dass gemäss eines kontinuierlichen Prozesses, man lässt das Getreide im Innern mindestens einer Säule zunächst ohne Belüftung herabgleiten, nach einer der für das Austrocknen oder Ausschwitzen der inneren Feuchtigkeit des Getreides erforderlichen entsprechenden Zeit das Getreide zur Vervollständigung der Trocknung und zu Kühlung belüftet wird, während das Getreide sich im Innern der Säule weiter nach unten bewegt, und das getrocknete und gekühlte Getreide der Säule entnommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftung des Getreides während seiner Fortbewegung in der Säule im Gegenstrom zu seiner Fortbewegungsrichtung erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Belüftung des Getreides durch Einleiten kühler Luft in die Säule in der Nähe des Austrittspunktes des Getreides und durch Abziehen der Luft bei einem Zwischenniveau der Säule erfolgt, welches Zwischenniveau in Abhängigkeit der für die Trocknung erforderlichen Zeit gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die in der aus der Säule abgezogenen Luft enthaltene Wärmeenergie wiedergewonnen wird.

40

45

50

55

60

65

5

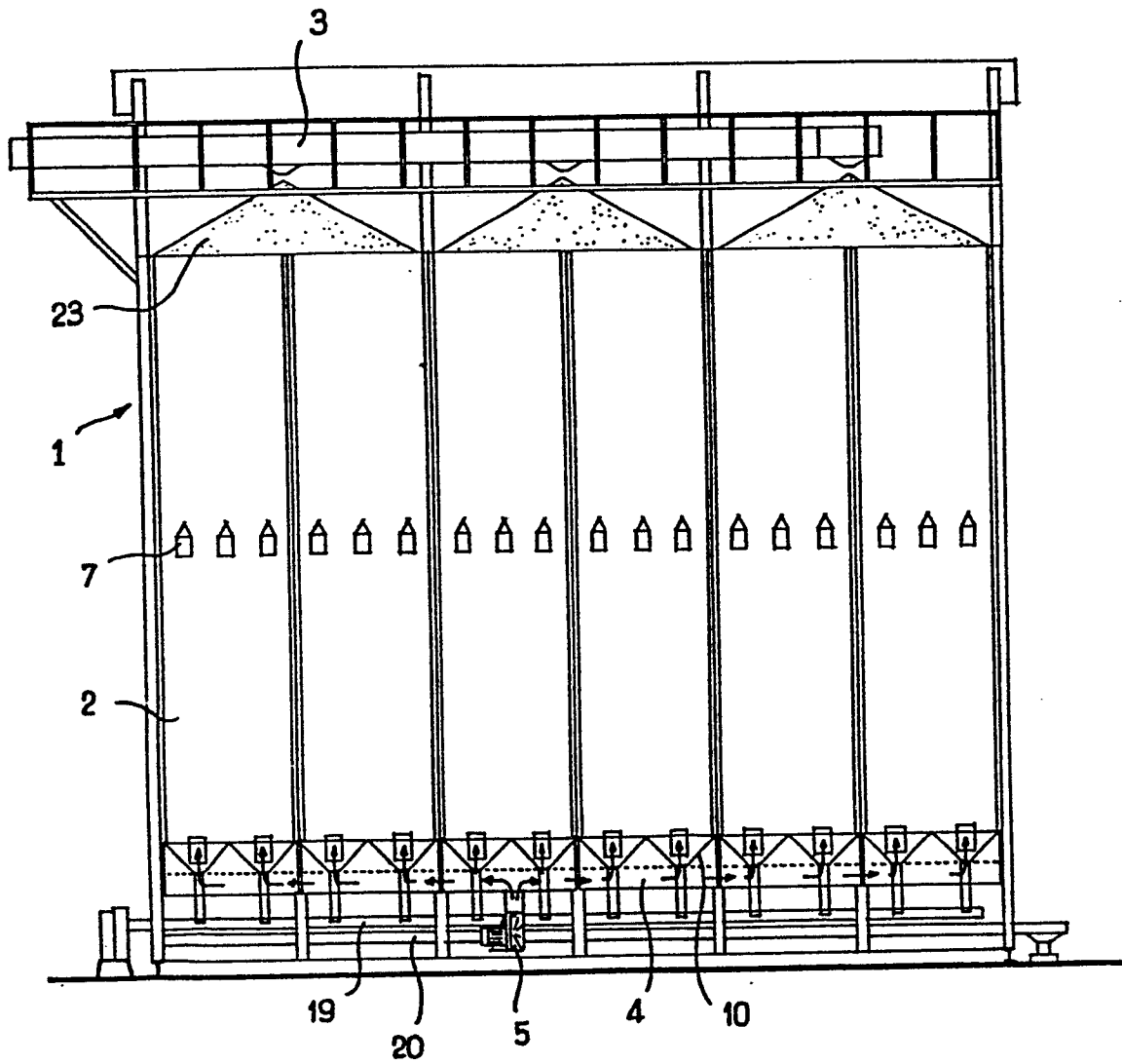


FIG. 1

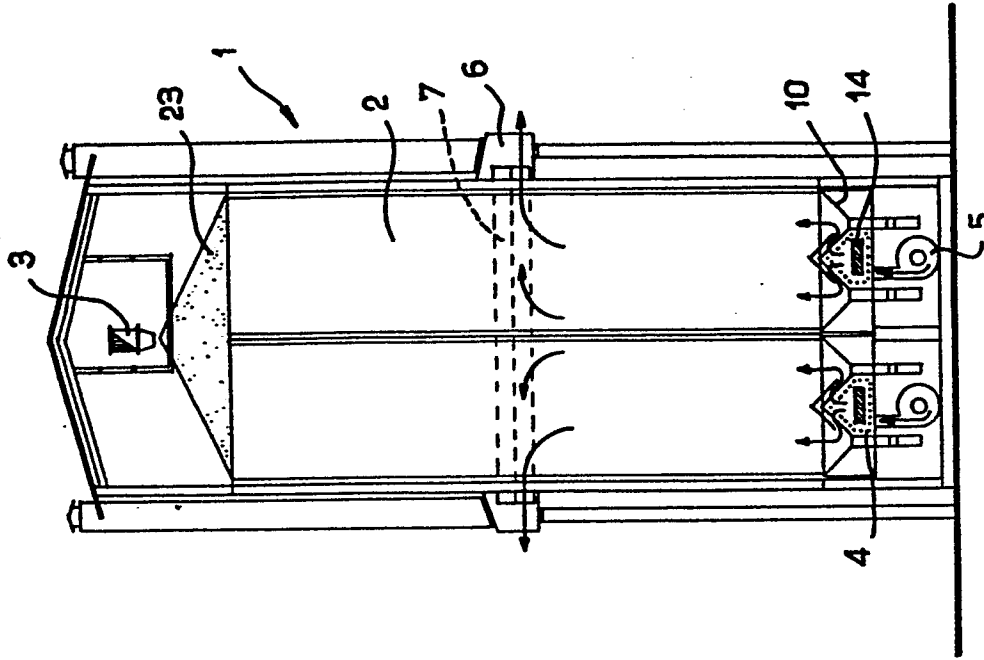


FIG. 2

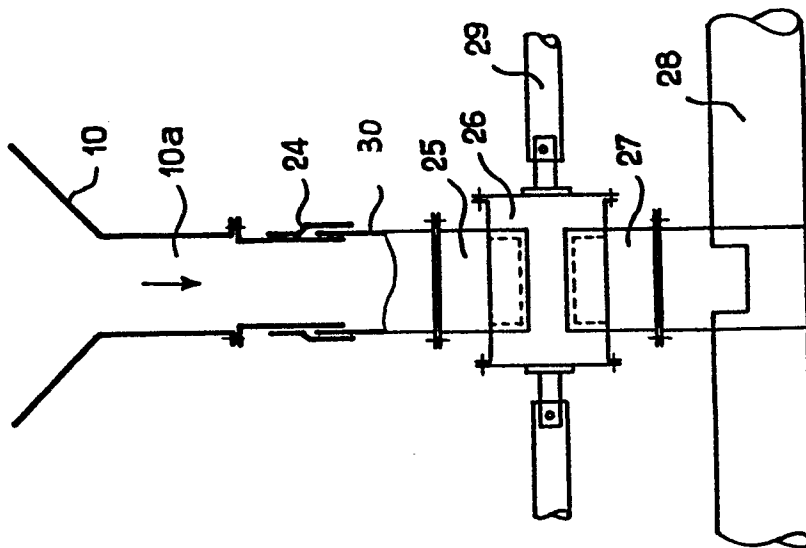


FIG. 7

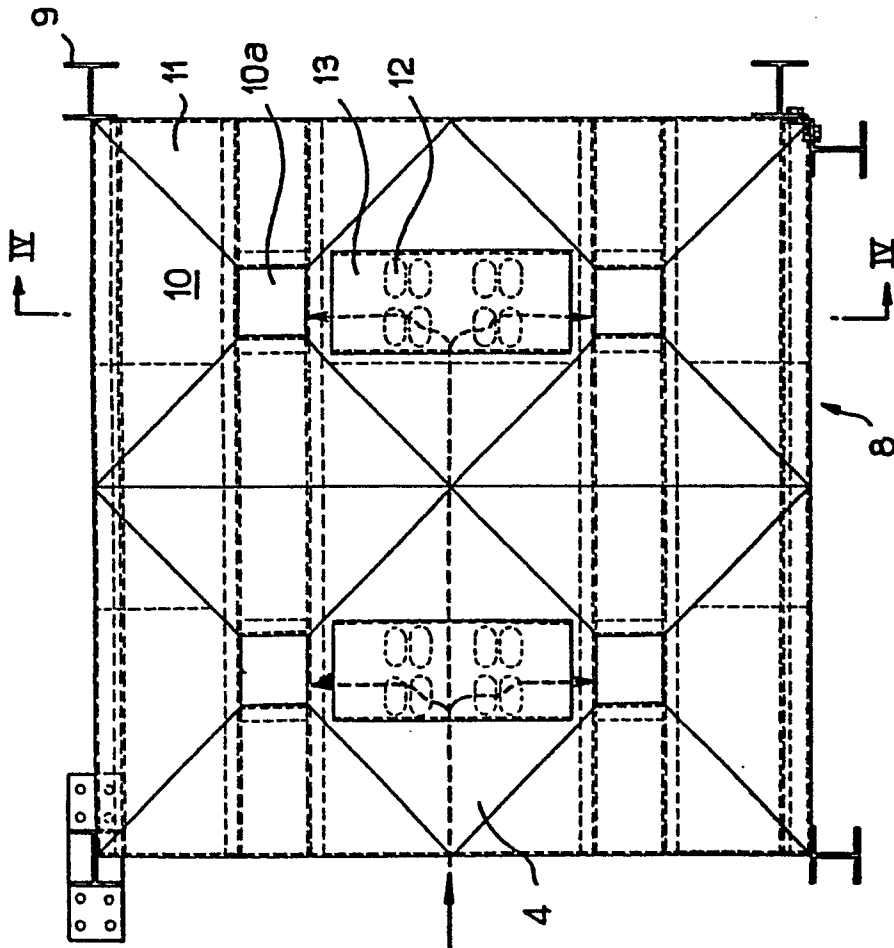


FIG. 3

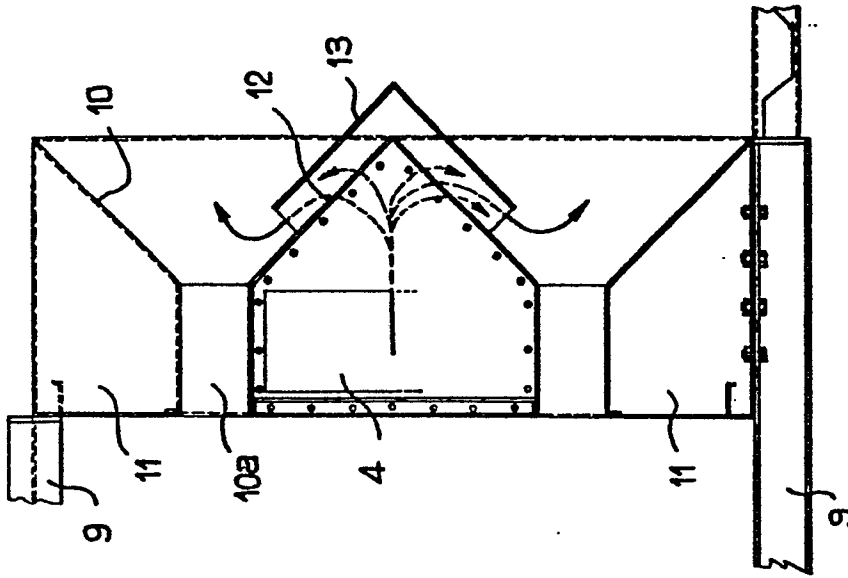


FIG. 4

