

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 643 571

②1 N° d'enregistrement national :

89 02401

⑤1 Int Cl⁶ : B 01 J 8/26 // F 28 D 13/00; F 23 C 11/02.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24 février 1989.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 35 du 31 août 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : CHARBONNAGES DE FRANCE, Etablis-
sement public. — FR.

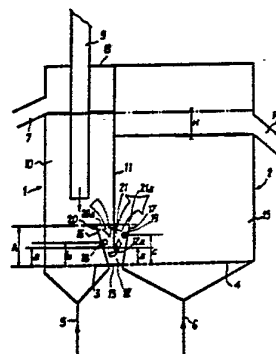
⑦2 Inventeur(s) : Pierre François Guigon ; Jean-François
Large ; Vincent Pierre Vernotte.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Boettcher.

⑤4 Régulateur non mécanique du débit de solides établi entre deux milieux fluidisés.

⑤7 L'invention concerne un dispositif non mécanique de ré-
glage du débit de solides circulant sous l'effet d'une force
motrice entre deux milieux fluidisés 10, 15 entretenus de
manière séparée dans deux enceintes adjacentes 1, 2 commu-
niquant par une ouverture 12 inférieure ménagée dans leur
paroi de séparation 11, cette ouverture étant encadrée par des
panneaux déflecteurs 16, 17 pour les gaz de fluidisation de
chaque enceinte, qui comprend de chaque côté de la paroi de
séparation 11 à l'intérieur du compartiment 20, 21 limité par le
panneau 16, 17 déflecteur correspondant, un injecteur de gaz
d'aération 18, 19, l'injecteur 19 situé dans le compartiment
aval 21 délivrant un débit de gaz constant, l'injecteur 18 situé
dans le compartiment amont 20 délivrant un débit de gaz
réglable.



FR 2 643 571 - A1

D

La présente invention concerne un régulateur du débit de solides existant entre deux lits fluidisés établis dans des enceintes communicantes, qui ne fait appel à aucun organe mécanique de réglage de la section du passage de communication entre les deux milieux.

Lorsqu'on est en présence de deux enceintes de fluidisation alimentées séparément en gaz de fluidisation et communiquant l'une avec l'autre par une ouverture inférieure ménagée dans leur paroi de séparation, on peut établir une circulation de solides entre les deux enceintes dans la mesure où il existe une force motrice tendant à faire circuler les solides.

Cette force motrice peut être la conséquence de plusieurs facteurs :

- une différence de niveau entre l'enceinte amont (niveau supérieur) et l'enceinte aval (niveau inférieur),
- une densité plus faible dans l'enceinte aval,
- une différence des pressions établies au-dessus de chaque lit fluidisé.

Dans de nombreuses applications pratiques, il y a intérêt à pouvoir faire varier le débit de circulation des solides d'une enceinte à l'autre. Ce sera notamment le cas pour un échangeur de chaleur à lit fluidisé lorsqu'on cherchera à modifier la quantité de chaleur échangée entre le débit de solides en circulation et un fluide circulant dans les tubes du faisceau, de façon à régler l'allure de fonctionnement de l'échangeur.

Jusqu'à présent la modulation du débit de circulation des solides était obtenue, par exemple, en agissant sur le débit relatif des gaz de fluidisation dans chaque enceinte, ou en installant au niveau de l'ouverture de communication des deux enceintes un organe de vannage mécanique qui modifie la section de passage, soit enfin par une action simultanée sur ces deux moyens de réglage. D'autres systèmes non mécaniques ont été développés par ailleurs, par exemple des pompes

à jet. Cependant tous ces systèmes ont une flexibilité opératoire très faible de l'ordre de 1 à 2.

La présente invention entend proposer un autre moyen pour agir sur ce débit de circulation des solides entre les deux enceintes, qui est de manoeuvre beaucoup plus simple, qui ne comporte pas les difficultés de l'actionnement d'une vanne en présence de produits à température élevée et qui possède une grande flexibilité opératoire.

A cet effet, elle a donc pour objet un dispositif non mécanique de réglage du débit de solides établi entre deux milieux fluidisés entretenus de manière séparée dans deux enceintes adjacentes communiquant par une ouverture inférieure, ménagée dans leur paroi de séparation, cette ouverture étant encadrée par des panneaux déflecteurs pour les gaz de fluidisation de chaque enceinte, chaque panneau déflecteur délimitant un compartiment non alimenté en gaz de fluidisation, de chaque côté de la paroi.

Selon l'invention, ce dispositif comprend de chaque côté de la paroi de séparation, à l'intérieur du compartiment correspondant un injecteur de gaz d'aération, l'injecteur situé dans le compartiment aval délivrant un débit de gaz constant, l'injecteur situé dans le compartiment amont délivrant un débit de gaz réglable.

Il suffit donc de délivrer un débit d'aération constant dans le compartiment aval et d'agir simplement sur le débit d'aération immédiatement en amont de l'ouverture pour faire varier le débit de solides traversant cet orifice de communication dans des proportions allant au moins de 1 à 10. La consommation de gaz d'aération est très inférieure à celle nécessaire à la fluidisation dans chacune des enceintes.

Par l'expérience, on a pu déterminer des valeurs de ces débits (qui conditionnent les vitesses de sortie du gaz des injecteurs, pour des sections de passage données) qui permettent d'optimiser la fonction de réglage.

Ainsi, il est nécessaire que les débits de gaz délivrés par chaque injecteur (aval et amont) engendrent des vitesses superficielles du gaz comprises entre une et six fois la vitesse minimale de fluidisation, mesurées à la section maximale de chaque compartiment (section de communication entre le compartiment et l'enceinte correspondante).

Le dispositif selon l'invention a pour effet de limiter le débit de circulation des solides. L'effet de circulation peut être créé par un des moyens évoqués à la page 1 ; par exemple, la présence de tubes échangeurs dans l'une des enceintes peut avoir pour conséquence, une différence de densité entre les deux enceintes et engendrer par conséquent une force motrice de circulation, comme il est décrit dans le brevet français n° 2 581 173. Le dispositif selon l'invention permet de régler le débit de cette circulation entre zéro et la valeur maximale créée par l'effet de circulation.

Dans un mode de réalisation simple de ce dispositif, l'ouverture de communication est ménagée entre une paroi inférieure horizontale au niveau des grilles de fluidisation de chaque enceinte et la paroi de séparation verticale, les panneaux déflecteurs étant dressés sur cette paroi inférieure horizontale de chaque côté de l'ouverture, chaque panneau étant incliné d'un angle compris entre 0 et 45 degrés par rapport au plan de l'ouverture, tandis que chaque injecteur est constitué par une rampe, par exemple tubulaire, ouverte dans le compartiment par une seule fente longitudinale ou une pluralité d'orifices d'injection, chaque rampe étant fixée au panneau déflecteur correspondant au-dessus du bord supérieur de l'ouverture, assez près de celui-ci pour la rampe amont et entre l'altitude de la rampe amont et le bord du panneau déflecteur correspondant pour la rampe aval.

L'orientation des ouvertures d'injection peut être quelconque dans le volume limité par les panneaux déflecteurs.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la

description ci-après d'un mode de réalisation et d'une variante de ce dernier.

Il sera fait référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 représente un dispositif de réglage mis en place entre deux enceintes de fluidisation ;
- la figure 2 représente une variante de réalisation de la figure 1.

Sur cette figure on a représenté une première enceinte 1 de fluidisation accolée et mise en communication avec une seconde enceinte 2 de fluidisation. Ces deux enceintes 1 et 2 ont chacune une grille 3, 4 respectivement et leur propre arrivée de gaz de fluidisation 5, 6 respectivement, ce qui permet de fluidiser séparément le contenu de l'une et de l'autre enceinte. L'enceinte 1 possède dans sa partie supérieure un tube 7 d'évacuation de trop plein dirigé vers le bas, et une paroi supérieure 8 de fermeture qui est traversée par un tube descendant 9 par où arrive le solide en particules à fluidiser.

L'enceinte 2 est séparée de l'enceinte 1 par une paroi 11 qui a une ouverture inférieure 12 de communication, cette ouverture 12 étant ménagée à la base de la paroi 11 entre cette dernière et une paroi inférieure horizontale 13.

L'enceinte 2 possède également un déversoir 14, à une altitude telle qu'il existe une différence de hauteur H entre le niveau de solide du lit 10 de l'enceinte 1, qui est le plus élevé, et le niveau de solide du lit 15 de l'enceinte 2. Cette différence de hauteur H produit une force motrice qui fait circuler les solides de l'enceinte 1 vers l'enceinte 2 au travers de l'ouverture 12, lorsque les enceintes sont pressurisées de manière égale. La force motrice peut résulter d'une pressurisation différente dans chaque enceinte; dans ce cas, la différence de hauteur entre les niveaux de solide des deux lits peut être nulle voire inverse de celle du cas de figure.

La circulation des solides peut avoir pour cause

d'autres facteurs qu'une différence de niveau ou de pression entre les deux enceintes. C'est ainsi que si l'enceinte 2 comporte un faisceau de tubes, le dispositif fonctionnant comme un échangeur thermique par exemple, la densité du lit 15 sera globalement plus faible que celle du lit 10 et, de ce fait, une circulation s'établira entre les enceintes 1 et 2 au travers de l'ouverture 12. Une telle disposition est décrite dans le document FR-A-2 581 173. Il peut également y avoir une différence de densité si la vitesse de fluidisation de l'enceinte 2 est plus importante, que celle réalisée dans l'enceinte 1.

Afin de protéger l'ouverture 12 des flux de fluidisation traversant les grilles 3 et 4, et d'éviter des interactions d'une enceinte sur l'autre au travers de l'ouverture 12, celle-ci est bordée par des panneaux déflecteurs 16, 17 dressés à partir de la paroi inférieure horizontale 13, et délimitant ainsi des compartiments 20 et 21 de part et d'autre de l'ouverture 12 et de la paroi 11. Les panneaux 16 et 17 écartés l'un de l'autre à leur base d'une valeur déterminée en fonction des débits que l'on veut voir circuler au travers de l'ouverture 12, divergent l'un de l'autre sous un angle qui peut être compris entre 0 et 45° par rapport à la paroi 11. Par exemple, le panneau 17 peut être parallèle à la paroi 11 (inclinaison 0°) et le panneau 16 incliné de 15 à 30° sur cette paroi.

L'ouverture 12 est une ouverture rectangulaire de hauteur a , les panneaux 16 et 17 ayant la même longueur que la longueur de l'ouverture 12 mais étant de hauteur A . Cette ouverture 12 ne s'étend pas nécessairement sur toute la longueur de la paroi de séparation 11 entre les deux enceintes fluidisées. Dans ce cas, les compartiments 20 et 21 sont limités à leurs extrémités par des panneaux verticaux perpendiculaires à la paroi 11, reliant les extrémités des panneaux 16 et 17 à la paroi 11.

Selon l'invention, on a disposé de chaque côté

de la paroi 11, dans chaque compartiment 20 et 21, un injecteur de gaz d'aération 18, 19 représenté ici schématiquement sous forme d'une rampe tubulaire s'ouvrant dans le compartiment correspondant au moyen soit d'une fente latérale continue, 5 soit d'une série d'orifices. Cette rampe tubulaire est fixée sur le panneau déflecteur 16 ou 17 correspondant. Elle peut être constituée par des orifices ménagés dans le panneau qui fait lui-même office de rampe en étant partiellement creux.

La rampe d'injection située dans le compartiment 10 20 est à une altitude b telle que b soit supérieur à la hauteur a de l'ouverture 12. La rampe d'injection 19 située dans le compartiment aval 21 est à une altitude c comprise entre b et A.

Pour procéder au réglage du débit de solides 15 traversant l'ouverture 12, on injecte par la rampe 19 un débit constant de gaz d'aération (par exemple de l'air, un gaz inerte ou de la vapeur) de manière que les solides issus de l'ouverture soient bien fluidisés.

C'est en réglant le débit d'air d'aération issu 20 de la rampe 18 que l'on parvient à modifier très sensiblement le débit de solides traversant l'ouverture 12.

De manière préférée, la vitesse du fluide d'aération issu de la rampe 19 sera égale à une valeur comprise entre 1 et 6 fois la vitesse minimale de fluidisation. Cette 25 vitesse sera mesurée au niveau de la section 21a maximale du compartiment, c'est-à-dire, compte tenu de l'inclinaison des parois celle au niveau de laquelle le compartiment débouche dans l'enceinte 2. Le débit délivré par la rampe 18 sera ajusté en fonction du débit du solide désiré au travers de 30 l'ouverture 12 tout en étant au plus égal à la valeur engendrant une vitesse d'aération au travers de la section 20a égale à la vitesse au travers de la section 21a.

Sur la figure 2 on a représenté partiellement une 35 variante de réalisation de la figure 1 dans laquelle le régulateur est disposé sous le niveau des grilles 3 et 4 de

fluidisation. Ainsi les sections 20a et 21a des compartiments 20 et 21 sont au niveau de ces grilles. L'avantage de cette réalisation réside dans la facilité d'amener l'air d'aération dans les rampes de distribution 18 et 19 ici constituées par les panneaux 16 et 17 à double paroi. Cette facilité tient au fait que les panneaux déflecteurs sont au niveau des boîtes à vent.

On mentionnera ci-après des valeurs obtenues expérimentalement avec un dispositif conforme à la figure 1, le solide en particules étant un sable de diamètre moyen égal à 0,21 mm et de masse volumique de 2640 Kg/m^3 . La vitesse minimale de fluidisation de l'enceinte 1 est de 4 cm par seconde. Le dispositif expérimental utilisé possède deux enceintes de section carrée de 300 mm de côté et de hauteur 1 m, communiquant par l'ouverture 12 de longueur égale à 120 mm et de hauteur a égale à 30 mm. La distance séparant la base des panneaux déflecteurs 16 et 17 est de 56 mm, leur hauteur A est de 155 mm et leur longueur est de 120 mm. L'angle que chacun de ces panneaux fait avec la cloison de séparation 1 est de 15° . La rampe 18 est un tube perforé d'orifices de 2 mm de diamètre, les perforations étant à la hauteur b égale à 35 mm, soit 5 mm au-dessus du bord supérieur 12a de l'ouverture 12 de communication. La rampe 19 est perforée de la même manière, l'altitude c des perforations étant de 45 mm.

Les vitesses de fluidisation dans les enceintes 1 et 2 sont respectivement de deux fois et quatre fois la vitesse minimale de fluidisation définie ci-dessus. Le débit d'air injecté par la rampe 19 est constant et égale à $4,4 \text{ m}^3/\text{h}$ (à la pression atmosphérique). La dimension H séparant les deux déversoirs 7 et 14 est égale à 170 mm. Ainsi, en faisant varier le débit d'air délivré par l'injecteur 18 de $0,2$ à $4,3 \text{ m}^3/\text{h}$ à la pression atmosphérique, le débit de solide qui traverse l'ouverture 12 varie de 0,1 à 1,4 Kg/seconde soit dans des proportions de 1 à 14.

L'un des avantages du dispositif selon l'invention réside dans les dimensions réduites de l'orifice de passage et des panneaux déflecteurs formant le dispositif de réglage par rapport au volume des enceintes. Un autre avantage
5 de l'invention réside dans le fait qu'il y a transfert des solides d'une enceinte à l'autre sans transfert des gaz. Les atmosphères gazeuses des deux enceintes sont donc indépendantes et ne se mélangent pas.

L'invention s'applique notamment aux échangeurs
10 externes de chaleur des lits fluidisés circulants utilisés par exemple dans la combustion de combustibles solides. Elle s'applique également aux réacteurs régénérateurs avec compartiments d'isolement.

REVENDICATIONS

1. Dispositif non mécanique de réglage du débit de solides circulant sous l'effet d'une force motrice entre deux lits fluidisés (10,15) entretenus de manière séparée dans deux enceintes adjacentes (1,2) communiquant par une ouverture (12) inférieure ménagée dans leur paroi de séparation (11), cette ouverture étant encadrée par des panneaux déflecteurs (16,17) pour les gaz de fluidisation de chaque enceinte, caractérisé en ce qu'il comprend de chaque côté de la paroi de séparation (11) à l'intérieur du compartiment (20,21) limité par le panneau (16,17) déflecteur correspondant, un injecteur de gaz d'aération (18,19), l'injecteur (19) situé dans le compartiment aval (21) délivrant un débit de gaz constant, l'injecteur (18) situé dans le compartiment amont (20) délivrant un débit de gaz réglable.

2. Dispositif selon l'invention 1, caractérisé en ce que le débit de gaz délivré par chaque injecteur (18, 19) engendre une vitesse superficielle du gaz au travers de la section maximale (20a, 21a) de chaque compartiment (20,21) de valeur comprise entre une et six fois la vitesse minimale de fluidisation.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'injecteur amont est une rampe (18) disposée dans le compartiment (20) parallèlement à l'axe longitudinal de l'ouverture (12) entre son bord supérieur (12a) et le bord supérieur du panneau déflecteur (16) correspondant.

4. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 3, caractérisé en ce que l'injecteur aval (19) est une rampe disposée dans le compartiment (21), parallèlement à l'axe longitudinal de l'ouverture (12), à une altitude comprise entre celle de la rampe amont (18) et le bord supérieur du panneau déflecteur (17) correspondant.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ouverture (12)

de communication est ménagée entre une paroi inférieure horizontale (13) au niveau des grilles de fluidisation (3, 4) de chaque enceinte et la paroi de séparation (11), les panneaux déflecteurs (16,17) étant dressés sur cette paroi inférieure de chaque côté de l'ouverture (12), chaque panneau étant
5 incliné d'un angle compris entre 0 et 45 degrés par rapport au plan de l'ouverture (12).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'ouverture (12)
10 de communication est ménagée entre une paroi inférieure horizontale (13) située sous le niveau des grilles (3 et 4) de fluidisation de chaque enceinte et la paroi de séparation (11), les panneaux (16,17) étant dressés sur cette paroi inférieure de chaque côté de l'ouverture (12) et étant chacun inclinés
15 d'un angle compris entre 0 et 45° par rapport au plan de l'ouverture (12).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6 caractérisé en ce que chaque rampe (18,19) est constituée par le panneau (16,17) correspondant à double
20 paroi pour former conduit d'amenée d'air d'aération.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que chaque rampe (18,19) est fixée à la face interne du panneau déflecteur correspondant (16,17).

9. Dispositif selon la revendication 7 ou la revendication 8, caractérisé en ce que les ouvertures d'injection sont constituées par une fente unique longitudinale de la rampe.

10. Dispositif selon la revendication 7 ou la revendication 8, caractérisé en ce que les ouvertures d'injection
30 sont constituées par une pluralité d'orifices répartis le long de la rampe.

1/1

Fig. 2

