

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 84402448.9

Int. Cl.⁴: **F 23 C 11/02**
F 22 B 31/00

Date de dépôt: 29.11.84

Priorité: 02.12.83 FR 8319321

Date de publication de la demande:
03.07.85 Bulletin 85/27

Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

Demandeur: Etablissement public dit:
CHARBONNAGES DE FRANCE
9, Avenue Percier
F-75008 Paris(FR)

Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE**
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison(FR)

Inventeur: **Puff, Roger**
12bis, rue du P le Nord
F-62300 Lens(FR)

Inventeur: **Dreuilhe, Jacques**
155 Hameau de Cherielle Parc de Cassan
F-95290 L'isle Adam(FR)

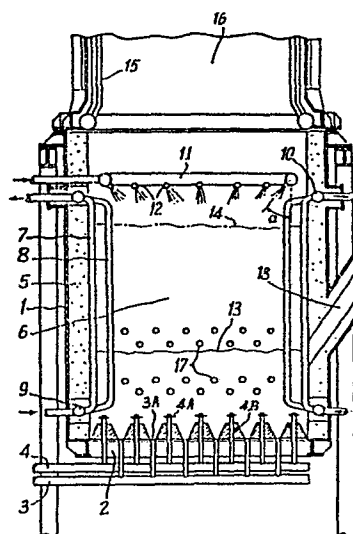
Inventeur: **Kita, Jean-Claude**
12, rue Voltaire
F-62980 Vermelles(FR)

Inventeur: **Large, Jean-François**
61, rue Carnot
F-60200 Compiègne(FR)

Mandataire: **Chevallier, Robert Marie Georges**
Cabinet **BOETTCHER** 23, rue La Boétie
F-75008 Paris(FR)

Foyer de combustion pour chaudière à lit fluidisé.

Foyer de combustion pour chaudière à lit fluidisé.
Dans le foyer limité par une paroi latérale (1) et une grille de fluidisation (2) des tubes (7,8) d'un échangeur de chaleur s'étendent verticalement à partir de la grille (2) jusqu'au niveau supérieur (14) du lit fluidisé quand le foyer fonctionne à sa puissance maximum, cependant que des injecteurs d'air (12) sont placés au-dessus de ce niveau supérieur (14) et dirigés vers la zone centrale (6) du foyer, de sorte que la puissance peut varier notablement sans que la température dépasse 850 - 950°C et sans entraînement excessif de combustible incomplètement brûlé.



Foyer de combustion pour chaudière à lit fluidisé.

L'invention a pour objet un foyer de combustion pour chaudière à lit fluidisé de combustible solide, utilisable industriellement à toutes fins souhaitées : production de vapeur, d'eau chaude, de gaz chauds, etc...

Avec les chaudières connues à lit fluidisé, on rencontre des difficultés à en faire varier la puissance thermique en conservant des conditions optimales de fonctionnement. En agissant sur le débit du combustible fourni au foyer et sur le débit de l'air comburant, on n'obtient une variation que dans le rapport de 1 à 2 environ. Au-delà de ce rapport, les conditions de fonctionnement ne sont plus satisfaisantes. Avec des débits d'air élevés la perte de charge à travers la grille devient prohibitive ; avec des débits d'air faibles, on constate une mauvaise répartition de l'air de fluidisation et, par conséquent, une fluidisation de mauvaise qualité.

Le brevet français n° 82 00815 décrit un foyer à lit fluidisé dans lequel on utilise une solution particulière qui rend possible le réglage dans un rapport supérieur à 2 de la quantité de combustible brûlé. Cette solution consiste à se servir d'une grille de fluidisation de conception spéciale dans laquelle il existe deux circuits distincts de soufflage de gaz ; l'un de ces circuits appelé circuit de gaz de traitement a ses orifices de sortie qui sont situés à un niveau supérieur à celui des orifices du circuit du gaz de fluidisation. Le réglage rendu possible à l'aide de cette solution n'est pas parfait en toutes circonstances. Aux grandes vitesses de l'air qui sont associées à un fort débit de combustible brûlé, la température s'élève trop à l'intérieur du lit en raison d'une évacuation insuffisante des calories produites ; en outre, une partie non négligeable du combustible est entraînée hors du lit, sans être brûlée.

Il est connu, par ailleurs, de placer dans

un lit fluidisé des tubes d'un échangeur de chaleur, mais ces tubes sont le plus souvent disposés horizontalement, sensiblement dans une zone située au voisinage de la partie supérieure du lit. On fait fluctuer cette zone en agissant
5 sur la vitesse du gaz de fluidisation, afin que les tubes de l'échangeur de chaleur se trouvent plongés dans le lit de manière plus ou moins complète, le coefficient d'échange de chaleur étant beaucoup plus élevé à l'intérieur du lit qu'en dehors du lit.

10 L'invention a pour but principal de parvenir à une autre solution permettant le réglage dans un rapport élevé de la puissance d'un foyer de combustion en lit fluidisé, tout en conservant des conditions satisfaisantes de fonctionnement, c'est-à-dire ne permettant pas une élé-
15 vation excessive de la température du lit fluidisé ni une perte importante de produits non brûlés aux vitesses élevées de l'air comburant.

A partir d'un foyer de combustion en lit fluidisé limité par une paroi latérale et par une grille de
20 fluidisation, l'invention prévoit l'emploi d'un échangeur de chaleur ayant au moins un faisceau de tubes, mais, selon l'invention, ces tubes ont une disposition plus ou moins inclinée pouvant devenir substantiellement verticale pour s'étendre en sens vertical au moins entre le niveau le plus
25 bas et le niveau le plus haut du lit fluidisé en fonction des conditions extrêmes de fonctionnement ; en outre, ce ou ces faisceaux de tubes sont combinés à des injecteurs d'air secondaire s'ouvrant à la partie supérieure du foyer de combustion et dirigés vers la zone centrale de ce dernier.

30 Selon une première variante de réalisation de l'invention, les tubes ou les faisceaux de tubes sont répartis dans l'ensemble du volume du foyer, principalement quand il s'agit de foyers importants.

Selon une seconde variante de réalisation
35 de l'invention, les tubes ou les faisceaux de tubes sont

disposés sur la paroi latérale ou au voisinage de la paroi latérale du foyer, principalement quand il s'agit de foyers relativement peu importants, comme celui de petites chaudières ou de chaudières petites ou moyennes pour combustibles
5 relativement cendreaux.

De préférence, les injecteurs d'air secondaire sont placés à la périphérie du foyer, à un niveau supérieur au niveau le plus élevé atteint par le ou les faisceaux de tubes. Les jets d'air secondaire sont dirigés
10 vers la zone centrale du foyer dans un angle compris entre 15° et 75° par rapport à la verticale, le débit total de ces jets étant compris entre 5 % et 10 % du débit total de l'air introduit dans le foyer.

L'invention est utilisable avec une grille de
15 fluidisation d'un type quelconque, à partir du moment où les tubes inclinés ou verticaux peuvent y être disposés. En particulier, l'invention est utilisable avec une grille de fluidisation de conception spéciale à deux circuits distincts et à deux niveaux étagés des orifices de soufflage
20 comme décrit dans le document n° 82 00815 précité.

On donnera maintenant, sans intention limitative et sans exclure aucune variante équivalente, une description d'un exemple de réalisation d'un foyer de combustion . On se reportera à la figure unique annexée qui est une vue
25 en coupe par un plan vertical du foyer, conforme à l'invention, d'une chaudière à vapeur dont les autres parties, non concernées par l'invention, ne sont pas représentées.

L'exemple décrit ici est celui d'une réalisation relativement complexe, choisie volontairement pour
30 montrer que l'invention est compatible avec divers moyens connus de perfectionnement d'un foyer.

Le foyer représenté a une paroi latérale 1 entourant une grille de fluidisation carrée 2. Celle-ci est du type à deux circuits distincts 3, 4 de soufflage, ali-
35 mentés tous deux en air puisqu'il s'agit uniquement d'un

foyer de combustion d'un combustible solide.

Le premier circuit 3 se termine par des orifices 3A ouverts vers le haut dans la face supérieure de la grille de fluidisation 2 ; le second circuit 4 se termine
5 par des orifices 4A ouverts horizontalement au sommet de tubulures verticales 4B qui s'étendent vers le haut à partir de la face supérieure de la grille 2, entre les orifices 3A du premier circuit 3. On trouvera une description détaillée de cette grille de fluidisation dans le
10 document n° 82 00815 déjà cité, qui est à considérer comme incorporé à la présente description par référence.

Il est entendu cependant que l'emploi d'une grille de fluidisation d'un autre type, c'est-à-dire ayant, par exemple, un seul circuit de soufflage d'air alimentant
15 les orifices 3A, est possible dans le cadre de l'invention.

La paroi latérale 1 limite avec la grille de fluidisation 2 un volume 5 ayant une zone centrale 6. Selon l'invention des tubes 7, 8 sont disposés verticalement dans le volume 5. Ils pourraient être répartis également
20 dans l'ensemble du volume 5 ; dans cet exemple, ils sont situés sur deux rangs parallèles et disposés en quinconce proches de la paroi latérale 1, de sorte que la zone centrale 6 reste dégagée. Sur la figure, on a représenté seulement les tubes 7, 8 qui sont proches du plan de coupe
25 vertical et on a omis ceux qui en sont plus éloignés, pour la clarté du dessin. Les tubes 7 constituent un premier faisceau et les tubes 8 constituent un second faisceau d'un échangeur de chaleur. A leur extrémité inférieure, ils sont raccordés à un collecteur 9 d'arrivée d'un fluide
30 de transfert de calories et à leur extrémité supérieure ils sont raccordés à un collecteur 10 d'évacuation de ce fluide.

Au-dessus du niveau atteint par les tubes 7, 8 et le collecteur d'évacuation 10, est disposée, à proximité de la paroi latérale 1, sur la périphérie du foyer,
35 une rampe 11, mise dans un plan horizontal, pourvue d'injec-

teurs d'air 12. Ces derniers sont répartis également le long de la rampe 11 et ils sont dirigés vers la zone centrale 6 du foyer en faisant un angle α avec la verticale. Les injecteurs d'air 12 pourraient être montés individuellement sur la paroi latérale 1 et être alimentés individuellement en air ; en variante encore la rampe 11 pourrait être placée à l'extérieur de la paroi latérale et raccordée à travers celle-ci à chaque injecteur 12. De toute façon, les injecteurs 12 sont déterminés et répartis pour diriger vers la zone centrale du foyer, de manière équilibrée, un débit total d'air secondaire compris entre 5 % et 20 % du débit d'air total introduit dans le foyer.

L'angle α d'inclinaison des injecteurs d'air 12 n'a pas une valeur précise critique ; il peut être choisi entre 15° et 75° par rapport à la verticale, une valeur préférée étant de 60° environ.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les injecteurs d'air 12 sont mobiles en direction, de manière que l'angle d'inclinaison α puisse être modifié en fonction de la charge du lit. Selon une variante, on prévoit un réglage automatique de cet angle, sa valeur augmentant à mesure que le niveau du lit fluidisé s'élève.

En fonction du débit d'air total soufflé à travers la grille de fluidisation 2, le lit fluidisé a un niveau inférieur 13 dessiné en trait plein, en correspondance avec la puissance thermique la plus faible obtenue du foyer et un niveau supérieur 14 dessiné en trait mixte, en correspondance avec la puissance thermique la plus élevée obtenue du foyer.

Les tubes 7,8 de l'échangeur de chaleur s'étendent en sens vertical sensiblement à partir de la grille de fluidisation 2 jusqu'au dessus du niveau supérieur 14 du lit fluidisé. Dans ce dernier état de fonctionnement, à la puissance maximum du foyer, les tubes 7, 8 sont immergés complètement dans le lit fluidisé ; ils ont alors leur pleine

efficacité de soustraction de calories.

On notera qu'il n'est pas nécessaire que les tubes 7, 8 soient strictement verticaux pour que ce résultat soit obtenu ; ils peuvent être inclinés sur la verticale ; ils peuvent aussi avoir une apparence autre que rectiligne. L'important est que, dans la direction verticale, les tubes 7, 8 s'étendent de façon continue au moins à partir du niveau inférieur 13 du lit fluidisé et de préférence à partir de la grille de fluidisation 2 jusqu'au niveau supérieur 14 du lit fluidisé.

Selon une variante de réalisation de l'invention, le collecteur 10 peut être supprimé et les tubes 7, 8 peuvent être directement reliés aux tubes de refroidissement 15 qui garnissent la paroi de la chambre de rayonnement et de convection 16 placée au-dessus de la chambre de fluidisation ainsi qu'il est connu.

L'exemple décrit ici montre que l'invention est compatible avec l'utilisation, connue en soi, d'un échangeur de chaleur à tubes horizontaux 17 qui sont disposés au voisinage du niveau inférieur 13 du lit fluidisé. Comme il est connu en soi, il est possible de prévoir, en plus du dispositif d'alimentation en combustible solide (non représenté), un circuit 18 de recyclage de matières inertes, par exemple de cendres.

Pendant le fonctionnement, à mesure que la puissance, c'est-à-dire le débit de combustible brûlé et le débit d'air comburant, augmente, le niveau du lit fluidisé 2 s'élève en même temps que se développe une zone turbulente dense de sorte que les tubes 7, 8 ont, simultanément, une efficacité croissante. En même temps, les jets d'air sortant par les injecteurs d'air 12 améliorent la combustion dans la partie du lit fluidisé située au-dessous de la rampe et modifient les courants de circulation à l'intérieur de celle-ci. En particulier, les jets d'air émis par les injecteurs d'air 12 maintiennent plus longtemps les parti-

cules solides à l'intérieur du foyer et diminuent l'importance de la fraction des particules solides incomplètement brûlées qui s'échappent prématurément du foyer.

Il se produit ainsi simultanément un confinement de la zone de combustion et une augmentation de la zone du foyer dans laquelle la combustion en particules est suffisante pour permettre un échange thermique avec des coefficients de transfert voisin de ceux qu'on observe en lit fluidisé dense.

On a constaté, en pratique, que les moyens combinés apportés par l'invention permettent de maintenir dans le foyer une température comprise entre 850 et 950°C quand la puissance est modifiée dans le rapport de 1 à 4, par exemple par une variation de 1 m/s à 4 m/s de la vitesse des gaz qui traversent le lit fluidisé.

REVENDICATIONS

1. Foyer de combustion en lit fluidisé limité par une paroi latérale (1) entourant une zone centrale (6) et une grille de fluidisation (2), dans lequel le lit fluidisé a un niveau inférieur (13) à la puissance la plus faible du foyer et un niveau supérieur (14) à la puissance la plus forte du foyer, contenant un échangeur de chaleur tubulaire, caractérisé en ce que les tubes (7,8) de l'échangeur de chaleur s'étendent en sens vertical au moins entre le niveau inférieur (13) et le niveau supérieur (14), cependant que des injecteurs d'air (12) sont disposés au-dessus du niveau supérieur (14) au voisinage de la paroi latérale (1) et dirigés vers la zone centrale (6) du foyer.
2. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les injecteurs d'air (12) sont inclinés sur la verticale d'un angle (a) compris entre 15° et 75°.
3. Foyer selon la revendication 2, caractérisé en ce que les injecteurs d'air (12) ont un angle (a) d'inclinaison de 60° environ.
4. Foyer selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'angle (a) des injecteurs d'air (12) est réglable.
5. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes (7,8) de l'échangeur de chaleur s'étendent jusqu'au niveau supérieur (14) du lit fluidisé à partir du voisinage de la face supérieure de la grille de fluidisation (2).
6. Foyer selon l'une quelconque des revendications 1,5 caractérisé en ce que les tubes (7,8) de l'échangeur s'étendent verticalement entre un collecteur inférieur (9) d'arrivée d'un fluide de transfert de calories et un collecteur supérieur (10) d'évacuation de ce fluide.
7. Foyer selon la revendication 1, au-dessus duquel se trouve une chambre de rayonnement et de convection (16) garnie de tubes de refroidissement (15), caractérisé en ce que les tubes (7,8) de l'échangeur de chaleur sont

reliés aux tubes de refroidissement (15) de la chambre de rayonnement et convection (16).

5 8. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes (7,8) de l'échangeur de chaleur sont répartis dans l'ensemble du volume du foyer.

9. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes (7,8) de l'échangeur de chaleur sont disposés au voisinage de la paroi latérale (1).

10 10. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les injecteurs d'air (12) ont un débit total compris entre 5 % et 20 % du débit total de l'air introduit dans le foyer.

