

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Numéro de publication:

0 147 275
B1

12

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

45

Date de publication du fascicule du brevet:
19.04.89

51

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

21

Numéro de dépôt: **84402448.9**

22

Date de dépôt: **29.11.84**

54

Foyer de combustion pour chaudière à lit fluidisé.

30

Priorité: **02.12.83 FR 8319321**

43

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

45

Mention de la délivrance du brevet:
19.04.89 Bulletin 89/16

64

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

56

Documents cités:
EP-A-0 032 798
DE-A-1 401 882
DE-A-1 923 725
FR-A-2 268 758
FR-A-2 466 706
GB-A-858 813
US-A-3 387 590
US-A-4 314 967

73

Titulaire: **CHARBONNAGES DE FRANCE,**
Etablissement public dit: Tour Albert 1er 65
avenue de Colmar, F-92507 Rueil Malmaison
Cédex (FR)
Titulaire: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, 4,**
Avenue de Bois-Préau, F-92502 Rueil- Malmaison
(FR)

72

Inventeur: **Puff, Roger, 12bis, rue du P le Nord,**
F-62300 Lens (FR)
Inventeur: **Dreuilhe, Jacques, 155 Hameau de**
Cherille 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)

74

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

EP 0 147 275 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

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 EP-A-0 084 492 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 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.

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 élévation excessive de la température du lit fluidisé ni une perte importante de produits non brûlés aux vitesses élevées de l'air comburant.

On connaît aussi, décrite dans le document EP-A-0 032 798, une chaudière à lit fluidisé dans lequel est installé un ensemble de tubes verticaux qui s'étendent à partir d'un collecteur situé sous la grille de fluidisation jusqu'à un ballon installé

dans la paroi supérieure du foyer. Ce document mentionne la possibilité de faire varier le niveau du lit fluidisé entre un niveau bas et un niveau élevé correspondant, mais il ne décrit aucun moyen capable d'empêcher ou seulement de réduire l'entraînement du combustible fluidisé aux fortes allures de marche.

On connaît encore, par le document DE-A-1 923 725, une chaudière conçue pour la combustion d'ordures diverses. Ces dernières sont supportées par une couche de matière granuleuse réfractaire à travers laquelle est soufflé l'air primaire de combustion. Une arrivée d'air secondaire est prévue au-dessus du niveau supérieur des ordures, en direction de celles-ci. Ni les ordures, ni la matière granuleuse ne sont à l'état fluidisé pendant la combustion. Il n'est donc nullement envisagé dans ce document de faire varier le niveau d'un lit fluidisé en cours de combustion afin de modifier la puissance fournie par la chaudière.

Dans un foyer de combustion en lit fluidisé à puissance thermique variable limité par une paroi latérale entourant une zone centrale et une grille de fluidisation dans lequel le lit fluidisé a un niveau inférieur à la puissance la plus faible du foyer et un niveau supérieur à la puissance la plus forte du foyer, contenant un échangeur de chaleur tubulaire ayant des tubes qui s'étendent en sens vertical au moins entre le niveau inférieur et le niveau supérieur, selon l'invention des injecteurs d'air de confinement de la zone de combustion sont disposés au-dessus du niveau supérieur au voisinage de la paroi latérale et dirigés vers la zone centrale du foyer avec une inclinaison sur la verticale d'un angle (α) compris entre 15° et 75° , le débit total de l'air de confinement soufflé par ces injecteurs étant réglable entre 5 % et 20 % du débit total de l'air introduit dans le foyer.

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 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 relativement cendreuse.

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.

L'invention est utilisable avec une grille de 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 comme décrit dans le document précité.

On donnera maintenant EP-A-0 084 492 une description d'un exemple de réalisation d'un foyer de combustion. On se reportera à la figure unique annexée qui est une vue 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 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, alimentés 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 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 document EP-A-0 084 492 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 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 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 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 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, une rampe 11, mise dans un plan horizontal, pourvue d'injecteurs 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 particules 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 à puissance thermique variable 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 ayant des tubes (7, 8) qui s'étendent en sens vertical au moins entre le niveau inférieur (13) et le niveau supérieur (14) caractérisé en ce que des injecteurs (12) d'air de confinement de la zone de combustion sont disposés au-dessus du niveau supérieur (14) au voisinage de la paroi latérale (1) et dirigés vers la zone centrale (6) du foyer avec une inclinaison sur la verticale d'un angle (a) compris entre 15° et 75°, le débit total de l'air de confinement soufflé par ces injecteurs (12) étant réglable entre 5 % et 20 % du débit total de l'air introduit dans le foyer.

2. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que les injecteurs d'air (12) ont un angle (a) d'inclinaison de 60° environ.

3. Foyer selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'angle (a) des injecteurs d'air (12) est réglable.

4. 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).

5. Foyer selon l'une quelconque des revendications 1, 4 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.

6. 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).

7. 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.

8. 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).

Claims

1. A fluidised bed combustion chamber of variable heat output, delimited by a side wall (1) surrounding a central zone (6) and a fluidisation grid (2), in which the fluidised bed has a lower level (13) at the lowest output of the combustion chamber and an upper level (14) at the highest output of the combustion chamber, containing a tubular heat exchanger having tubes (7, 8) which extend in a vertical direction at least between the lower level (13) and the upper level (14) characterised in that injectors (12) for injecting air for confining the combustion zone are disposed above the upper level (14) in the vicinity of the side wall (1) and are directed towards the central zone (6) of the combustion chamber with an inclination relative to the vertical at an angle (a) of between 15° and 75°, the total flow rate of the confinement air injected by said injectors (12) being controllable at between 5 % and 20 % of the total flow rate of the air introduced into the combustion chamber.

2. A combustion chamber according to claim 1 characterised in that the air injectors (12) are at an angle (a) of inclination of about 60°.

3. A combustion chamber according to claim 1 characterised in that the angle (a) of the air injectors (12) is controllable.

4. A combustion chamber according to claim 1 characterised in that the tubes (7, 8) of the heat exchanger extend to the upper level (14) of the fluidised bed from the vicinity of the upward face of the fluidisation grid (2).

5. A combustion chamber according to either one of claim 1 and 4 characterised in that the tubes (7, 8) of the exchanger extend vertically between a lower heat transfer fluid intake manifold (9) and an upper manifold (10) for discharge of said fluid.

6. A combustion chamber according to claim 1 above which is disposed a radiation and convection chamber (16) provided with cooling tubes (15) characterised in that the tubes (7, 8) of the heat exchanger are connected to the cooling tubes (15) of the radiation and convection chamber (16).

7. A combustion chamber according to claim 1 characterised in that the tubes (7, 8) of the heat exchanger are distributed throughout the whole of the volume of the combustion chamber.

8. A combustion chamber according to claim 1 characterised in that the tubes (7, 8) of the heat exchanger are disposed in the vicinity of the side wall (1).

Wärmestrahlungs- und Konvektionskammer (16), dadurch gekennzeichnet, daß die Röhren (7, 8) des Wärmetauschers mit den Kühlrohren (15) der Wärmestrahlungs- und Konvektionskammer (16) verbunden sind.

7. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhren (7, 8) des Wärmetauschers im gesamten Ofenraum verteilt sind.

8. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhren (7, 8) des Wärmetauschers in der Nähe der Seitenwand (1) angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Wirbelbett-Verbrennungsofen mit veränderlicher thermischer Leistung, begrenzt durch eine Seitenwand (1), die einen inneren Bereich (6) und ein Fluidisationsgitter (2) umgibt, wobei das Wirbelbett im Verbrennungsofen eine unter der niedrigsten Leistung des Ofens liegende Grenzlinie (13) sowie eine über der maximalen Leistung des Ofens liegende Grenzlinie (14) aufweist, umfassend einen röhrenförmigen Wärmetauscher, dessen Röhren (7, 8) in vertikaler Richtung zumindest zwischen der unteren Grenzlinie (13) und der oberen Grenzlinie (14) verlaufen, dadurch gekennzeichnet, daß Injektionsdüsen (12) zum Einblasen von zur Begrenzung des verbrennungsbereichs dienender Luft über der oberen Grenzlinie (14) nahe der Seitenwand (1) angeordnet und gegenüber der Senkrechten in einem Winkel (a) von 15° bis 75° geneigt auf den inneren Bereich (6) des Ofens gerichtet sind, wobei die gesamte Ausströmungsmenge der zur Begrenzung dienenden Luft, die durch diese Injektionsdüsen (12) eingeblasen wird, zwischen 5 % und 20 % der gesamten dem Ofen zugeführten Luftmenge einstellbar ist.

2. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftinjektionsdüsen (12) einen Neigungswinkel (a) von circa 60° haben.

3. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel (a) der Luftinjektionsdüsen (12) einstellbar ist.

4. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Röhren (7, 8) des Wärmetauschers von der Nähe der Oberseite des Fluidisationsgitters (2) bis zur oberen Grenzlinie (14) des Wirbelbetts erstrecken.

5. Ofen nach einem der Ansprüche 1, 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhren (7, 8) des Austauschers vertikal zwischen einem unteren Sammelbehälter (9) für die Zufuhr eines Wärmeübertragungsfluids und einem oberen Sammelbehälter (10) für die Abgabe dieses Fluids erstrecken.

6. Ofen nach Anspruch 1 mit einer darüber angeordneten mit Kühlrohren (15) versehenen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

