

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 898 115 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
15.01.2003 Bulletin 2003/03

(51) Int Cl.7: **F22B 31/00, F28D 13/00**

(21) Numéro de dépôt: **98402063.6**

(22) Date de dépôt: **14.08.1998**

(54) **Chaudière à lit fluidisé dense externe**

Kessel mit externer dichter Wirbelschicht

Boiler with external dense fluidised bed

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **18.08.1997 FR 9710425**

(43) Date de publication de la demande:
24.02.1999 Bulletin 1999/08

(73) Titulaire: **ALSTOM Power Boilers
78140 Velizy-Villacoublay (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Semedard, Jean-Claude
75014 Paris (FR)**

• **Gauville, Pierre
91370 Verriere le Buisson (FR)**
• **Enault, Christian
92260 Fontenay aux Roses (FR)**

(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al
ALSTOM
Intellectual Property Department
25,avenue Kléber
75116 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 068 301 EP-A- 0 274 637
US-A- 5 273 000**

EP 0 898 115 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

[0001] La présente invention concerne une chaudière comportant un évaporateur immergé dans un lit fluidisé dense externe.

[0002] Une telle chaudière comporte, entre autres, les éléments suivants :

- un foyer à lit fluidisé circulant dont les parois comprennent des tuyaux verticaux dans lesquels circule une émulsion (phase liquide et phase vapeur) d'eau produite par évaporation de l'eau qui est introduite à la base de ces tuyaux ;
- un organe de séparation, généralement un cyclone, qui récupère en haut du foyer pour les diriger dans deux conduites distinctes les gaz de combustion et les particules de solides fluidisés dans ce foyer ;
- un lit fluidisé dense externe raccordé d'une part à la conduite particules de l'organe de séparation et d'autre part à la base du foyer, ce lit externe comprenant un échangeur thermique qui transmet la chaleur des particules au fluide caloporteur à évaporer qui est souvent de l'eau.

[0003] Le document US-A-5273000 décrit une telle chaudière, dans laquelle un économiseur est ainsi logé dans un lit fluidisé externe, la sortie de l'économiseur étant reliée au ballon de vapeur situé au-dessus de la chaudière.

[0004] Cet échangeur thermique prend couramment la forme d'un faisceau de tubes et la circulation du fluide peut être naturelle ou assistée par une ou plusieurs pompes.

[0005] Les échangeurs à circulation naturelle posent des difficultés de réalisation. En premier lieu, pour fonctionner avec des taux de circulation raisonnables, ils imposent une disposition inclinée des tubes, ce qui augmente la hauteur de l'échangeur par rapport à une solution dans laquelle les tubes sont horizontaux si l'on veut conserver sensiblement la même surface d'échange. Cependant, la hauteur du lit fluidisé est limitée par la pression de fluidisation et aussi par la stabilité de la fluidisation. On admet que cette hauteur ne peut guère dépasser 4 mètres et, en tout cas, il ne semble pas envisageable de prévoir une hauteur supérieure à 5 mètres. En second lieu, la vitesse dans ces tubes doit être convenable pour éviter l'apparition du DNB ("Departure from Nucleate Boiling" pour échauffement critique) et pour éviter également un écoulement stratifié, c'est à dire l'apparition d'une interface liquide vapeur. Un écoulement de ce type engendre des phénomènes de surchauffe des tubes, de chocs thermiques et de corrosion. Pour atteindre la vitesse requise, les tubes doivent présenter une section importante et des grandes hauteurs de dégagement à leurs extrémités supérieures. De plus, lors des phases de démarrage, les particules chaudes ne sont pas présentes en quantité suffisante si bien que, la vaporisation étant faible, la vitesse dans les tubes est

insuffisante et il y a un risque d'apparition du DNB.

[0006] Les échangeurs à circulation assistée permettent de s'affranchir des difficultés rencontrées avec les échangeurs à circulation naturelle. Cependant, les pompes d'assistance sont coûteuses et elles présentent un risque de panne, ce qui est préjudiciable à la disponibilité de la chaudière.

[0007] La présente invention a ainsi pour objet une chaudière pourvue d'un lit fluidisé dense externe d'une conception simple et d'une grande fiabilité.

[0008] Selon l'invention, cette chaudière comporte un foyer à lit fluidisé circulant, un organe de séparation des gaz et des solides extraits de ce foyer, un lit fluidisé dense externe entre la sortie solides de l'organe de séparation et la base du foyer, ce lit externe comprenant un premier échangeur thermique dans lequel circule un fluide caloporteur à évaporer, et, de plus, la sortie de ce premier échangeur est raccordée directement à un deuxième échangeur thermique placé dans le foyer.

[0009] Ce deuxième échangeur thermique permet d'augmenter sensiblement la vitesse de circulation dans les tubes du premier échangeur thermique. Ainsi, même si celui-ci fonctionne en circulation naturelle, les tubes qui le composent peuvent être disposés horizontalement sans risque pour l'installation.

[0010] Avantageusement, le premier échangeur thermique est constitué d'un faisceau de tubes.

[0011] De préférence, ces tubes sont horizontaux.

[0012] Par ailleurs, ces tubes sont pourvus d'au moins une rainure hélicoïdale.

[0013] Ainsi, on peut réduire la vitesse de circulation pour éviter l'apparition du DNB dans les tubes.

[0014] selon un premier mode de réalisation de la chaudière, le deuxième échangeur fait partie intégrante d'une paroi du foyer.

[0015] Selon un deuxième mode de réalisation, le deuxième échangeur thermique est immergé dans le foyer.

[0016] L'invention présente un intérêt particulier lorsque le foyer est un lit fluidisé circulant comportant des membranes internes soudées aux parois tubées de ce foyer, ces membranes étant dénommées extensions d'écrans.

[0017] Ainsi, selon un troisième mode de réalisation, le deuxième échangeur thermique est disposé dans une extension d'écran de ce foyer.

[0018] L'invention apparaîtra maintenant avec plus de détails dans le cadre de la description qui suit d'exemples de chaudières donnés à titre illustratif en référence aux figures annexées qui représentent :

- La figure 1, un schéma d'une chaudière selon l'invention,
- La figure 2, une vue en coupe horizontale d'un premier mode de réalisation,
- La figure 3, une vue en coupe verticale d'un deuxième mode de réalisation, et
- La figure 4, une vue en coupe horizontale d'un troi-

sième mode de réalisation.

[0019] Les éléments présents dans différentes figures sont affectés d'une seule et même référence.

[0020] Dans la figure 1, on a représenté les seuls éléments de la chaudière qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention.

[0021] Cette chaudière comprend donc un foyer 1 dans lequel est entretenue la combustion des particules de solides. Ce foyer 1 est relié dans sa partie supérieure à un organe de séparation 2 par une conduite d'extraction 12 qui véhicule les gaz de combustion et les particules recirculées.

[0022] L'organe de séparation 2, un cyclone par exemple, évacue les gaz dans une conduite d'évacuation 20 prenant naissance à sa partie supérieure et les particules dans une conduite de recyclage 23 qui débouche dans un lit fluidisé dense externe 3. Cette conduite de recyclage est généralement pourvue d'un siphon et de gaines. Le lit externe est pourvu d'un premier échangeur thermique 3A qui prend ici la forme d'un faisceau de tubes disposés en serpentins dans des plans verticaux, de sorte que les sections de tubes longilignes soient horizontales de préférence. Ce premier échangeur 3A est alimenté en fluide caloporteur à évaporer, de l'eau par exemple, par une conduite d'entrée 39. La sortie 30 de cet échangeur 3 est raccordée directement à un deuxième échangeur thermique 3B qui est au contact du foyer 1.

[0023] Un premier mode de réalisation de ce deuxième échangeur 3B représenté dans les figures 1 et 2 s'applique lorsque la paroi du corps supérieur du foyer est réalisée par un ensemble de tuyaux verticaux 1A solidarisés entre eux. En ce cas, un de ces tuyaux constitue le deuxième échangeur 3B raccordé à son extrémité inférieure à la sortie 30 du premier échangeur 3A. On remarque qu'ici le premier échangeur 3A comporte une seule sortie. Naturellement, s'il s'agit d'un faisceau de tubes, on peut prévoir autant de tuyaux 1A dans le deuxième échangeur 3B que le faisceau comporte de tubes.

[0024] Selon un deuxième mode de réalisation représenté dans la figure 3, quelle que soit la nature de la paroi du foyer, le deuxième échangeur 3B est un évaporateur disposé à l'intérieur de ce foyer.

[0025] L'invention s'applique donc aux chaudières dont le foyer 1 tubé est pourvu d'un lit fluidisé circulant. Il est alors courant de prévoir au moins une extension d'écran soudée sur l'intérieur de la paroi du foyer. Cette extension d'écran est elle même formée de tuyaux verticaux solidarisés entre eux.

[0026] Ainsi, selon un troisième mode de réalisation, le deuxième échangeur 3B est constitué par un des tuyaux de l'extension d'écran qui est raccordé à son extrémité inférieure à la sortie 30 du premier échangeur 3A.

[0027] Par ailleurs, on améliore encore les performances du premier échangeur 3A lorsque le ou les tu-

bes qui le constituent sont des tubes rainurés ("rifled" en anglais), c'est à dire qu'il comportent sur leurs surfaces internes une ou plusieurs rainures hélicoïdales. En effet, du fait de la force centrifuge, la phase vapeur de l'émulsion va se concentrer vers l'intérieur des tubes, ce qui repousse l'apparition du DNB.

[0028] Naturellement, l'invention est prévue pour un premier échangeur à circulation naturelle. Cependant, si l'on prévoit un échangeur à circulation assistée, l'invention permet de réduire très sensiblement la puissance de la ou des pompes d'assistance et donc de diminuer le coût et la consommation électrique en conséquence.

Revendications

1. Chaudière comportant un foyer (1) à lit fluidisé circulant, un organe de séparation (2) des gaz et des solides extraits de ce foyer, un lit fluidisé dense externe (3) entre la sortie solides (23) dudit organe de séparation (2) et la base dudit foyer (1), ce lit externe comprenant un premier échangeur thermique (3A) dans lequel circule un fluide caloporteur à évaporer, **caractérisée en ce que** la sortie (30) de ce premier échangeur (3A) est raccordée directement à un deuxième échangeur thermique (3B) placé dans le foyer (1).
2. Chaudière selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledit premier échangeur thermique (3A) fonctionne en circulation naturelle.
3. Chaudière selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit premier échangeur thermique (3A) est constitué d'un faisceau de tubes.
4. Chaudière selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** lesdits tubes sont horizontaux.
5. Chaudière selon la revendication 3 ou 4, **caractérisée en ce que** lesdits tubes sont pourvus d'au moins une rainure hélicoïdale.
6. Chaudière selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit deuxième échangeur (3B) fait partie intégrante d'une paroi dudit foyer (1).
7. Chaudière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** ledit deuxième échangeur thermique (3B) est immergé dans ledit foyer (1).
8. Chaudière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** ledit deuxième échangeur thermique (3B) est disposé dans une ex-

tension d'écran dudit lit fluidisé circulant.

Patentansprüche

1. Kessel, der einen Herd (1) mit zirkulierender Wirbelschicht, eine Trenneinrichtung (2) für aus diesem Herd ausgebrachte Gase und Feststoffe, und eine dichte externe Wirbelschicht (Fluidatbett) (3) zwischen dem Festkörper-Auslass (23) der Trenneinrichtung (2) und der Basis des Herdes (1) aufweist, wobei diese externe Wirbelschicht (Fluidatbett) einen ersten Wärmetauscher (3A) beinhaltet, in welchem ein zu verdampfendes Wärmeübertragungsfluid zirkuliert, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Austritt (30) dieses ersten Wärmetauschers (3A) direkt mit einem im Herd (1) angeordneten zweiten Wärmetauscher (3B) verbunden ist. 5
2. Kessel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Wärmetauscher (3A) mittels natürlicher Zirkulation arbeitet. 10
3. Kessel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Wärmetauscher (3A) aus einem Rohrbündel besteht. 15
4. Kessel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre horizontal sind. 20
5. Kessel nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre mit mindestens einer schraublinienförmigen Nut versehen sind. 25
6. Kessel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wärmetauscher (3B) einen integralen Teil einer Wand des Herdes (1) bildet. 30
7. Kessel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wärmetauscher (3B) im Herd (1) versenkt ist. 35
8. Kessel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wärmetauscher (3B) in einem Vorsprung der Abschirmung der zirkulierenden Wirbelschicht angeordnet ist. 40

Claims

1. A boiler comprising a circulating fluidized bed hearth (1), a separator member (2) for separating flue gas and solids extracted from the hearth, an external dense fluidized bed (3) between the solids outlet (23) of said separator member (2) and the base of said hearth (1), the external bed containing 55

a first heat exchanger (3A) in which a coolant fluid to be evaporated circulates, said boiler being **characterized in that** the outlet (30) of the first heat exchanger (3A) is connected directly to a second heat exchanger (3B) placed in the hearth (1).

2. A boiler according to claim 1, **characterized in that** said first heat exchanger (3A) operates by natural circulation.
3. A boiler according to any preceding claim, **characterized in that** said first heat exchanger (3A) is made up of a nest of tubes.
4. A boiler according to claim 3, **characterized in that** said tubes are horizontal.
5. A boiler according to claim 3 or 4, **characterized in that** each of said tubes is provided with at least one helical groove.
6. A boiler according to any preceding claim, **characterized in that** said second heat exchanger (3B) is an integral part of a wall of said hearth (1).
7. A boiler according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** said second heat exchanger (3B) is immersed in said hearth (1).
8. A boiler according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** said second heat exchanger (3B) is disposed in a screen extension of said circulating fluidized bed.

FIG. 1

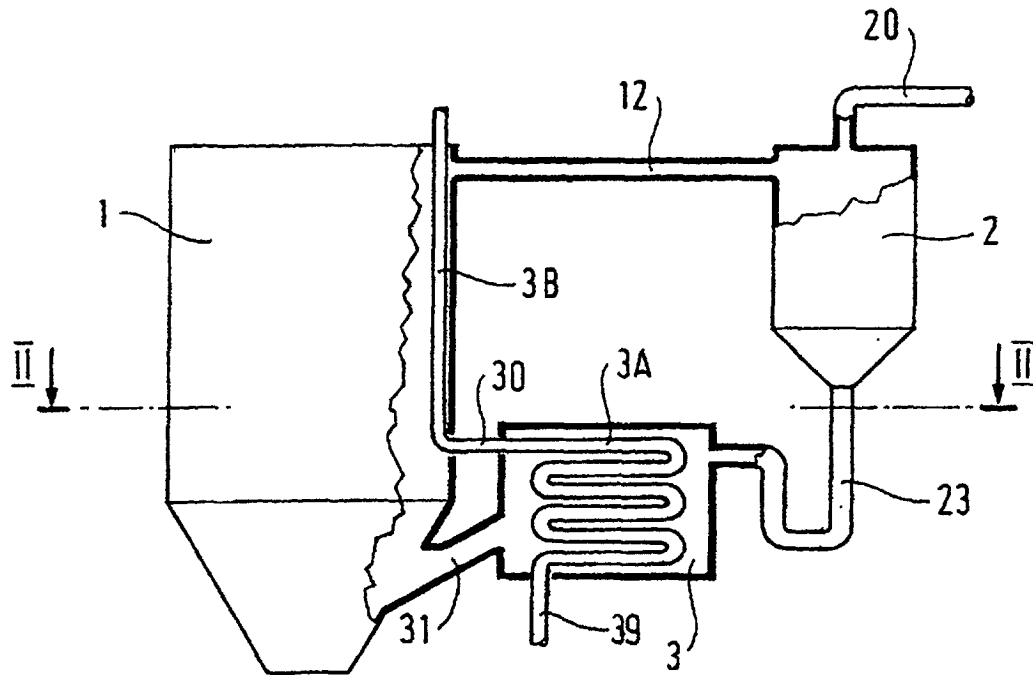


FIG. 2

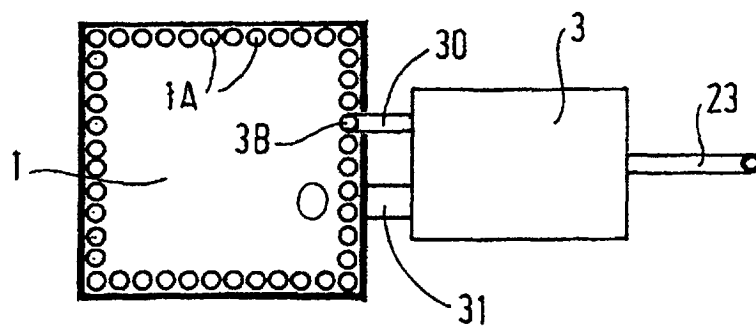


FIG. 3

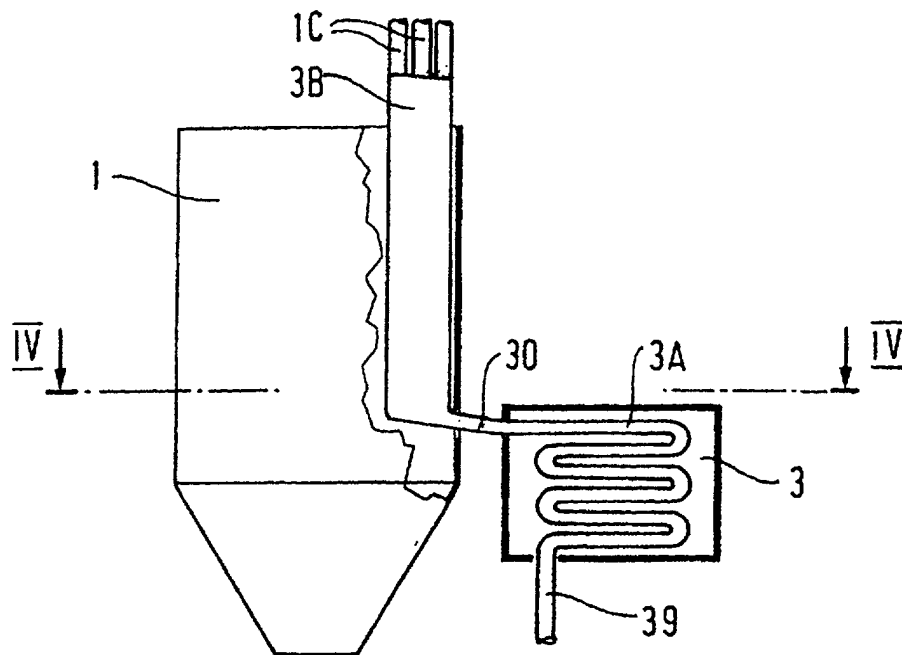


FIG. 4

