

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 480 784 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.05.1997 Bulletin 1997/22

(51) Int Cl.⁶: **C23G 5/00**, F23G 5/30,
B01J 8/24

(21) Numéro de dépôt: **91402437.7**

(22) Date de dépôt: **13.09.1991**

(54) **Procédés de traitements thermiques en lit fluidisé et application au décapage de pièces métalliques**

Verfahren zur thermischen Behandlung in einem Fließbett und Verwendung zur Reinigung von Metallgegenstände

Thermal fluidised bed treatment process and use for cleaning metal pieces

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE DK GB LI LU NL SE

• **Jacq, Guy**
77250 Veneux les Sablons (FR)

(30) Priorité: **17.09.1990 FR 9011449**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al**
c/o Société Brevatome,
25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
15.04.1992 Bulletin 1992/16

(73) Titulaire: **ELECTRICITE DE FRANCE**
Service National
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 335 537 **DE-A- 3 335 539**
DE-A- 3 517 186 **DE-A- 3 805 435**
FR-A- 2 372 660 **FR-A- 2 372 905**
GB-A- 2 046 888

(72) Inventeurs:
• **Hellio, Hervé Yves**
77184 Emerainville (FR)

EP 0 480 784 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

Le domaine de l'invention est celui des traitements thermiques en lit fluidisé et chauffé, et en particuliers celui du décapage des pièces métalliques à haute température, dégageant des effluents gazeux chargés de composés organiques volatils, qu'il est généralement nécessaire de détruire avant de rejeter à l'atmosphère. L'invention concerne également une installation utilisant ce procédé.

Pour le décapage de pièces métalliques sur lesquelles se trouvent divers produits organiques, plusieurs procédés sont actuellement employés. On utilise le décapage chimique, le jet d'eau sous haute pression, la cryogénie et le brûlage à la flamme. On utilise également le décapage thermique, et en particulier un nettoyage en lit fluidisé. En effet, ce dernier procédé résout beaucoup de problèmes, tant sur le plan du rendement que sur celui de la manipulation. Dans un tel procédé, l'élément de nettoyage proprement dit du four est constitué par un bain chaud fluidisé d'alumine en poudre, dans lequel sont plongées les pièces métalliques à nettoyer. L'alumine transmet aux pièces la chaleur engendrée par le moyen de chauffage, la température élevée et l'oxygène de l'air oxydant les dépôts évacués ensuite sous forme gazeuse.

Les gaz résiduels de cette opération sont, soit évacués directement, soit conduits dans un four de post-combustion, ce qui évite toute pollution de l'air ambiant extérieur. En effet, les réglementations actuelles imposent d'importantes réductions quant aux émissions de composés organiques volatils polluants. A cet effet, les gaz résiduels ou effluents gazeux sont incinérés à haute température par une post-combustion. L'énergie nécessaire à ce traitement est en partie obtenue à partir du produit lui-même, l'énergie d'appoint étant du gaz ou de l'électricité.

Dans ce type d'installations thermiques, on cherche constamment à améliorer le rendement et à minimiser l'énergie d'appoint nécessaire au fonctionnement de ces installations, ce qui est le but de la présente invention.

Le document de brevet DE-A-3 335 539 décrit un appareil pour enlever la peinture ou décaper des pièces en céramique ou métalliques. On y décrit un lit fluidisé dans lequel les pièces sont traitées. Ce lit fluidisé est placé dans une enceinte qui contient un circuit de traitement des gaz comprenant une chambre de combustion et une chambre de post-combustion. Une dérivation est agencée autour du lit fluidisé pour l'entourer. Ainsi, les gaz évacués du lit fluidisé sont réutilisés pour être brûlés dans la chambre de post-combustion et ainsi chauffer le lit fluidisé.

De plus, le document GB-A-2 046 888 décrit un traitement pour des pièces métalliques utilisant un appareil de séchage rotatif ou un lit fluidisé. Du sable est utilisé pour transmettre la chaleur aux pièces. Il semble que les gaz brûlés dans une chambre de post-combustion soient réutilisés et injectés dans le lit fluidisé.

Un premier objet principal de l'invention est un procédé de décapage thermique de produits organiques sur des pièces métalliques et de traitement des effluents par post-combustion électrique. Le procédé consiste à :

- gazéifier les produits organiques à basse température en lit fluidisé ; et
- incinérer les effluents gazeux par post-combustion à haute température dans une enceinte.

Selon l'invention, l'enceinte de post-combustion est placée dans le lit fluidisé pour transmettre une partie de l'énergie de la post-combustion des effluents gazeux au lit fluidisé.

De préférence, cette post-combustion est obtenue par passage des effluents gazeux sur des résistances électriques placées dans l'enceinte de post-combustion.

Dans la plupart des réalisations prévues, les gaz chauds, issus de la post-combustion, sont utilisés pour préchauffer les effluents gazeux à incinérer au moyen d'un échangeur thermique à haute température, et pour préchauffer l'air de fluidisation du lit fluidisé à l'aide d'un échangeur thermique à basse température.

L'échangeur thermique à haute température peut se trouver dans le lit fluidisé, à l'entrée et à la sortie de l'enceinte de post-combustion.

Dans les réalisations à envisager, la post-combustion peut être réglée de différentes manières. Une première consiste à régler le débit de fluidisation du lit fluidisé. Une deuxième consiste à régler la puissance électrique mise en jeu dans l'enceinte de post-combustion.

Un deuxième objet principal de l'invention est une installation pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être résumé et qui comprend un moufle à l'intérieur duquel se trouve le lit fluidisé et des moyens supports des pièces à décaper.

Il comprend :

- une chambre de post-combustion placée à l'intérieur du moufle ;
- un premier échangeur thermique à haute température, connecté d'une part à une sortie du lit fluidisé et à une entrée de l'enceinte de post-combustion, pour recevoir et chauffer les effluents gazeux à incinérer, et connecté d'autre part à une sortie de l'enceinte de post-combustion pour récupérer une partie des calories issues de la post-combustion.

Selon l'invention, l'installation se complète d'un deuxième échangeur thermique à basse température, connecté d'une part à une sortie du premier échangeur thermique à haute température, pour récupérer une partie des calories issues de la post-combustion et connecté d'autre part, à une arrivée d'air de fluidisation et à une entrée du lit fluidisé pour préchauffer l'air de fluidisation, la chambre de post-combustion et le premier échangeur de chaleur à haute température étant placés dans le lit

fluidisé.

D'autres procédés et installations de traitements thermiques, utilisant un lit fluidisé, possèdent des moyens de chauffage de ce lit fluidisé. Ces moyens de chauffage sont souvent conséquents et nécessitent un apport d'énergie important pour délivrer la quantité de chaleur nécessaire au chauffage du lit fluidisé à sa température de fonctionnement. Ceci peut être le cas dans le domaine de l'imprimerie et pour le dégraissage métallique.

Un deuxième but de l'invention est de permettre la mise en oeuvre de ces procédés en réduisant au maximum les dimensions et l'importance des moyens de chauffage du lit fluidisé, et en réduisant, comme précédemment, l'énergie d'apport nécessaire au fonctionnement des installations.

Des caractéristiques techniques secondaires peuvent venir se greffer sur les procédés selon l'invention. Notamment, une épuration des gaz rejetés à l'atmosphère peut être effectuée par adaptation du pH du lit fluidisé.

Cette invention et ses différentes caractéristiques seront mieux comprises à la lecture de la description, donnée à titre explicatif et non limitatif. Elle est annexée des figures suivantes, représentant respectivement :

- figure 1, une vue schématique de l'installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention ; et
- figure 2, un schéma de l'ensemble réunissant l'enceinte de post-combustion et l'échangeur thermique haute température, utilisé dans l'installation selon l'invention décrite par la figure 1.

L'installation selon l'invention, représentée sur la figure 1, est une installation pour le décapage thermique de pièces métalliques recouvertes de produits organiques. Cette utilisation du procédé selon l'invention pour le décapage thermique est la réalisation principale de l'invention. Cette dernière est utilisée pour le dégraissage métallique. Le principe général de l'invention sera décrit en se référant à cette figure 1.

L'opération de décapage des pièces métalliques, s'effectue sur la gauche de cette figure 1, à l'intérieur d'une enceinte réfractaire, repérée 2 et appelée moufle. Les pièces à traiter sont placées à l'intérieur de celui-ci au moyen d'un panier 4 qui peut être suspendu au couvercle 5 du moufle 2. Ce panier est plongé dans un lit fluidisé 10 occupant la majeure partie de l'intérieur du moufle 2. L'état fluide du lit fluidisé 10 est entretenu au moyen d'un courant de gaz dont l'entrée 6 se trouve à la partie inférieure du moufle 2 et dont la sortie 8 se trouve dans la partie supérieure du moufle 2, en l'occurrence sur le couvercle 5.

Le décapage est obtenu par le fait que le lit fluidisé 10 est chauffé. En effet, les gaz, et plus précisément l'air, arrivent à l'entrée 6, chauffés à une première température déterminée T1. Par un mouvement ascendant, ils traversent ensuite le lit fluidisé 10 et par là-même,

l'ensemble des pièces contenues dans le panier 4. Le moufle 2 comprenant des moyens de chauffage, en l'occurrence des résistances électriques 12 placées à l'intérieur de celui-ci, les gaz issus de l'entrée 6 se réchauffent. Ils véhiculent ainsi à travers le lit fluidisé 10 les calories apportées par les moyens de chauffage 12 et transmettent partiellement ces calories aux pièces maintenues dans le panier 4. L'élévation de température provoque sur ces pièces une réaction physico-chimique favorisant leur décapage. Les gaz ayant traversé le lit fluidisé 10 et les pièces s'échappent du moufle 2 par la sortie 8 à une deuxième température déterminée T2 supérieure à la première température T1. Le gaz à souffler à l'entrée 6 est de préférence de l'air, dans ce cas du décapage thermique. A la sortie 8, le gaz, ayant contribué au décapage des pièces, est porteur d'effluents gazeux, c'est-à-dire des produits organiques volatils.

Dans les systèmes de l'art antérieur, toute l'énergie thermique est apportée au lit fluidisé 10 par les moyens de chauffage, en l'occurrence des résistances électriques. Selon l'invention, le gaz dégagé à la sortie 8 est réutilisé pour transmettre une partie de son énergie calorifique au lit fluidisé 10. A cet effet, on utilise un échangeur de chaleur 14. Celui-ci reçoit les effluents gazeux à une troisième température T3, venant de la sortie 8 par l'intermédiaire d'une première canalisation 16 des effluents gazeux. Il est placé à l'intérieur du moufle 2 pour restituer une partie de son énergie calorifique au lit fluidisé 10. Les effluents gazeux rentrent donc dans cet échangeur de chaleur haute température à une troisième température déterminée T3, légèrement inférieure à la deuxième température T2, suite aux légères pertes calorifiques dues au transport des effluents gazeux par la première canalisation 16 des effluents gazeux. Dans le cas de la figure 1, cette restitution se fait indirectement.

Par ailleurs, dans le cadre de la dépollution, les réglementations en vigueur imposent l'incinération des composés organiques volatils. En conséquence, on utilise un traitement de ces composés organiques volatils par post-combustion. Cette opération consiste à réchauffer ces effluents gazeux à une haute température. Pour effectuer cette opération, il est possible d'utiliser des résistances électriques. C'est pourquoi, sur la figure 1, une enceinte de post-combustion 20 reçoit les effluents gazeux issus de la sortie 8 pour leur faire subir, au moyen de résistances électriques haute température 18, un chauffage à haute température T5 de l'ordre de 800°C. Les effluents gazeux sont d'ordinaire évacués vers l'atmosphère.

Une caractéristique de l'invention consiste donc à placer l'enceinte de post-combustion 20, et l'échangeur thermique haute température 14, à l'intérieur du lit fluidisé 10. De ce fait, il est possible d'utiliser l'énergie calorifique des effluents gazeux, chauffés à la cinquième température T5, pour chauffer partiellement le lit fluidisé 10. A cet effet, l'enceinte de post-combustion possède une enveloppe thermique 22 entourant celle-ci, et éven-

tuellement l'échangeur thermique haute température 14, excepté sur la fin du parcours des effluents gazeux à l'intérieur de celle-ci et dans la deuxième chambre de l'échangeur thermique à haute température 14, de manière à favoriser un échange de chaleur entre l'intérieur de l'enceinte de post-combustion 20 et le lit fluidisé 10.

Dans le décapage thermique, la grande différence de température entre la température de post-combustion T5 et la température T3 à la sortie de la première canalisation 16 des effluents gazeux est importante ; c'est pour cette raison qu'on utilise l'échangeur de chaleur haute température 14 pour préchauffer les effluents gazeux à l'aide des mêmes effluents ayant subi la post-combustion.

Sur la figure 1, l'échangeur de chaleur haute température 14 et l'enceinte de post-combustion 20 ont été représentés juxtaposés. La figure 2 détaille plus loin un ensemble groupant ces deux appareils. En utilisant un tel agencement, la température T6 à la sortie du moufle 2, peut être de l'ordre de 300°C. On comprend donc qu'une grande partie de l'énergie calorifique apportée aux effluents gazeux lors de la post-combustion est restituée au lit fluidisé 10. Cette restitution se fait directement par une partie de l'enceinte de post-combustion 20 exempte de l'enveloppe thermique 22 et indirectement par l'intermédiaire de l'échangeur thermique haute température 14 qui récupère une partie de l'énergie calorifique de post-combustion pour préchauffer les effluents gazeux avant cette même post-combustion.

Au cas où la température T5 des effluents gazeux à la sortie de l'enceinte de post-combustion 20 n'est que légèrement supérieure à la température T3 à l'entrée du moufle 2, l'échangeur de chaleur haute température 14 peut être supprimé.

La circulation des gaz dans le lit fluidisé 10 se fait en utilisant, en amont de l'entrée 6, un surpresseur 26 et un exhausteur 28 placés en aval de la deuxième conduite des effluents gazeux 24, à la sortie du moufle 2.

La température de sortie T6 du moufle 2, dans le décapage thermique peut être de l'ordre de 300°. Il est alors possible d'utiliser un deuxième échangeur thermique 30, fonctionnant à basse température, pour préchauffer l'air, ou de manière générale le gaz utilisé pour alimenter le lit fluidisé 10. En effet, l'air ambiant utilisé pour le décapage thermique est capté à une température de l'ordre de 20°C. Il peut éventuellement subir une légère élévation de température dans le surpresseur 26 pour atteindre une température de 50°C. Il est alors possible de récupérer une partie de l'énergie calorifique des effluents gazeux circulant dans leur deuxième canalisation 24 à une température légèrement inférieure à T3 (300°C) pour préchauffer cet air destiné à la fluidisation. On peut ainsi chauffer cet air jusqu'à une septième température T7 qui peut atteindre 200°C.

Dans ce cas, les effluents gazeux traités peuvent descendre à une huitième température T8 de l'ordre de 150°C.

Dans l'installation qui vient d'être décrite, une régu-

lation des gaz circulant est nécessaire pour obtenir un équilibre thermique de fonctionnement entre le rôle de décapage rempli par le lit fluidisé 10 et la post-combustion des effluents gazeux. La régulation d'une telle installation peut se faire en agissant sur le débit du gaz de fluidisation en agissant sur le surpresseur 26 et l'exhausteur 28. Une vanne de retour 32 peut être connectée en amont du surpresseur 26 et en aval de l'exhausteur 28 pour réinjecter une partie des effluents traités dans le lit fluidisé.

Pour affiner le traitement de ces composés organiques volatils avant leur remise à l'atmosphère, il est possible de les faire passer dans un filtre 34, placé en aval de l'exhausteur 28.

L'épuration des gaz rejetés à l'atmosphère peut également être modifiée par l'adaptation du pH, c'est-à-dire le potentiel hydrogène, du lit fluidisé 10.

En référence à la figure 2, l'échangeur de chaleur haute température 14 et l'enceinte de post-combustion 20 sont cumulés dans un seul ensemble ou dispositif qui est placé au milieu du lit fluidisé 10. Les effluents gazeux sont introduits dans ce dispositif au moyen de la première conduite 16 qui est recouverte de préférence d'une gaine calorifuge 36. Ils pénètrent dans une chambre d'entrée 38 de l'échangeur de chaleur haute température 14. Par l'intermédiaire d'une cloison 42, ils reçoivent une partie de l'énergie calorifique qui leur est apportée par la post-combustion. Leur cheminement se poursuit dans une chambre de post-combustion 44 où est placé un nombre suffisant de résistances électriques 18 pour les porter à la température T5 de post-combustion qui est de l'ordre de 800°C. Les effluents continuent leur cheminement vers une chambre de maintien en température 46 où ils séjournent au moins une seconde. Ce maintien à la température T5 a pour fonction d'assurer la complète post-combustion des effluents gazeux. La chambre de sortie 40 de l'échangeur de chaleur haute température 14 succède à cette chambre de maintien 46. Elle se trouve en regard de la chambre d'entrée 38 de cet échangeur, de l'autre côté de la paroi 42. La différence entre les températures d'entrée T3 (300°C) et de sortie T5 (800°C) étant de l'ordre de plusieurs centaines de degrés, un important échange de chaleur a lieu à travers la cloison 42.

Une autre partie de cette énergie acquise lors de la post-combustion est restituée partiellement lors du passage des effluents gazeux traités dans une conduite externe de restitution de chaleur 48 placée à l'extérieur du dispositif englobant l'échangeur de chaleur haute température 14 et l'enceinte de post-combustion 20. Cette conduite de restitution de chaleur 48 a une surface externe importante en communication avec le lit fluidisé 10.

Pour améliorer le rendement de la post-combustion, une enceinte calorifuge 22 est placée autour de l'enceinte de post-combustion 20 et autour de l'échangeur thermique haute température 14, de manière à ce que l'énergie apportée par les résistances électriques

18 soit entièrement utilisée pour la post-combustion des effluents gazeux. Ces derniers sont évacués vers l'échangeur basse température, non représenté sur cette figure, au moyen de la deuxième conduite des effluents gazeux 24, entourée également d'une gaine calorifuge 36. Les effluents sont alors retombés à la température T6 qui est de l'ordre de 300°C.

L'échangeur de chaleur haute température peut être du type à céramiques. L'échangeur de chaleur basse température peut être du type tubulaire ou à plaques.

Revendications

1. Procédé de décapage thermique de produits organiques sur des pièces métalliques et de traitement des effluents gazeux par post-combustion électrique consistant à :

- gazéifier les produits organiques à basse température en lit fluidisé ; et
- incinérer les effluents gazeux par post-combustion à haute température dans une enceinte de post-combustion (20),

caractérisé en ce que l'enceinte de post-combustion (20) est placée dans le lit fluidisé (10) pour transmettre une partie de l'énergie de la post-combustion des effluents gazeux au lit fluidisé (10).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la post-combustion est obtenue par passage des effluents gazeux sur des résistances électriques (18) placées dans l'enceinte de post-combustion (20).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les effluents gazeux chauds, issus de la post-combustion, sont utilisés pour préchauffer les effluents gazeux froids à incinérer, au moyen d'un échangeur thermique de chaleur à haute température (14).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les effluents gazeux chauds, issus de la post-combustion sont utilisés pour préchauffer l'air de fluidisation au moyen d'un échangeur de chaleur basse température (30).

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'échangeur de chaleur haute température (14) est placé dans le lit fluidisé (10) à l'entrée et à la sortie de l'enceinte de post-combustion (20).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la post-combustion est régulée par réglage du débit de fluidisation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la post-combustion est régulée par réglage de la puissance électrique de chauffage mise en jeu pour cette post-combustion.

8. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 4, comprenant un moufle (2) à l'intérieur duquel se trouve le lit fluidisé (10) et des moyens de support (4) des pièces, comprenant :

- une chambre de post-combustion (20) placée à l'intérieur du moufle (2) ;
- un premier échangeur de chaleur à haute température (14) connecté, d'une part, à la sortie (8) du lit fluidisé (10) pour recevoir les effluents gazeux et à l'entrée de l'enceinte de post-combustion (20) pour que les effluents gazeux y soient chauffés et incinérés, et connecté, d'autre part, à la sortie de l'enceinte de post-combustion (20) pour récupérer une partie de l'énergie calorifique des effluents issus de la post-combustion,

caractérisée en ce qu'elle comprend un deuxième échangeur thermique à basse température (30) connecté, d'une part, à la sortie du premier échangeur thermique à haute température (14) pour récupérer une partie de l'énergie calorifique issue de la post-combustion, et d'autre part, à une arrivée d'air de fluidisation pour réchauffer l'air de fluidisation, ce dernier étant envoyé à l'entrée (6) du moufle (2), la chambre de post-combustion (20) et le premier échangeur de chaleur à haute température (14) étant placés dans le lit fluidisé (10).

Claims

1. Process for thermal cleaning-off of organic products on metal articles and for treatment of the gaseous effluents by electrical postcombustion, consisting in:

- gasifying the organic products at low temperature in a fluidized bed; and
- burning the gaseous effluents by postcombustion at high temperature in a postcombustion vessel (20),

characterized in that the postcombustion vessel (20) is placed in the fluidized bed (10), to transmit a portion of the energy from the postcombustion of the gaseous effluents to the fluidized bed (10).

2. Process according to Claim 1, characterized in that the postcombustion is obtained by passing the gaseous effluents over electrical resistances (18) placed in the postcombustion vessel (20).

3. Process according to Claim 1 or 2, characterized in that the hot gaseous effluents originating from the postcombustion are employed for preheating the cold gaseous effluents to be burnt, by means of a thermal heat exchanger at high temperature (14). 5
4. Process according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that the hot gaseous effluents originating from the postcombustion are employed for preheating the fluidizing air by means of a low-temperature heat exchanger (30). 10
5. Process according to Claim 3, characterized in that the high-temperature heat exchanger (14) is placed in the fluidized bed (10) at the entry and at the exit of the postcombustion vessel (20). 15
6. Process according to any one of the preceding claims, characterized in that the postcombustion is controlled by regulation of the fluidization flow rate. 20
7. Process according to any one of Claims 1 to 5, characterized in that the postcombustion is controlled by regulation of the electrical heating power used for this postcombustion. 25
8. Plant for making use of the process according to Claim 4, including a muffle (2) inside which is situated the fluidized bed (10) and means for support (4) of the articles, including: 30
 - a postcombustion chamber (20) placed inside the muffle (2);
 - a first heat exchanger at high temperature (14) connected, on the one hand, to the exit (8) of the fluidized bed (10), to receive the gaseous effluents, and to the entry of the postcombustion vessel (20), in order that the gaseous effluents therein should be heated and burnt, and connected, on the other hand, to the exit of the postcombustion vessel (20), to recover a portion of the heat energy of the effluents originating from the postcombustion, 35 40

characterized in that it includes a second heat exchanger at low temperature (30) connected, on the one hand, to the exit of the first heat exchanger at high temperature (14), to recover a portion of the heat energy originating from the postcombustion, and, on the other hand, to a delivery of fluidizing air, to heat the fluidizing air, the latter being conveyed to the entry (6) of the muffle (2), the postcombustion chamber (20) and the first heat exchanger at high temperature (14) both being placed in the fluidized bed (10). 45 50 55

Patentansprüche

1. Thermisches Verfahren, um Metallteile von auf ihnen befindlichen organischen Produkten zu reinigen und um gasförmige Abgänge bzw. Abgase durch elektrische Nachverbrennung zu behandeln, darin bestehend:
 - die organischen Produkte bei niedriger Temperatur im Fließbett zu vergasen; und
 - die Abgase durch Nachverbrennung bei hoher Temperatur in einer Nachbrennkammer (20) zu verbrennen,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Nachbrennkammer (20) in dem Fließbett (10) angeordnet ist, um einen Teil der Energie der Nachverbrennung der Abgase an das Fließbett (10) zu übertragen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Nachverbrennung der Abgase durch das Passieren elektrischer Widerstände (18) erhält, die in der Nachbrennkammer (20) angeordnet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Nachverbrennung stammenden heißen Abgase benutzt werden, um die zu verbrennenden kalten Abgase vorzuwärmen mittels eines Hochtemperatur-Wärmetauschers (14).
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die aus der Nachverbrennung stammenden heißen Abgase benutzt werden, um die Fluidisierungsluft mittels eines Niedertemperatur-Wärmetauschers (30) vorzuwärmen.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperatur-Wärmetauscher (14) in dem Fließbett (10) angeordnet ist, am Eingang und am Ausgang der Nachbrennkammer (20).
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachverbrennung reguliert wird durch die Steuerung der Fluidisierungsmenge.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachverbrennung reguliert wird durch die Steuerung der für diese Nachverbrennung aufgewendeten elektrischen Leistung.
8. Anlage zur Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 4, einen Muffelofen (2) enthaltend, in dessen

Innern sich das Fließbett (10) und die Trageinrichtungen (4) der Teile befinden, umfassend:

- eine Nachbrennkammer (20), angeordnet im Innern des Muffelofens (2); 5
- einen ersten Wärmetauscher (14) mit hoher Temperatur, einerseits mit dem Ausgang (8) des Fließbetts (10) verbunden, um die Abgase aufzunehmen, und mit dem Eingang der Nachbrennkammer (20), um die Abgase dort aufzuheizen und zu verbrennen, und andererseits mit dem Ausgang der Nachbrennkammer (20) verbunden, um einen Teil der Wärmeenergie der aus der Nachverbrennung kommenden Abgase rückzugewinnen, 10 15

dadurch gekennzeichnet, daß sie einen zweiten Wärmetauscher (30) mit niedriger Temperatur umfaßt, einerseits mit dem Ausgang des Hochtemperatur-Wärmetauschers (14) verbunden, um einen Teil der aus der Nachverbrennung stammenden Wärmeenergie rückzugewinnen, und andererseits mit einer Fluidisierungsluft-Zuführung, um die Fluidisierungsluft aufzuheizen, wobei letztere zum Eingang (6) des Muffelofens (2) geleitet wird, wobei die Nachbrennkammer (20) und der Hochtemperatur-Wärmetauscher (14) sich in dem Fließbett (10) befinden. 20 25

30

35

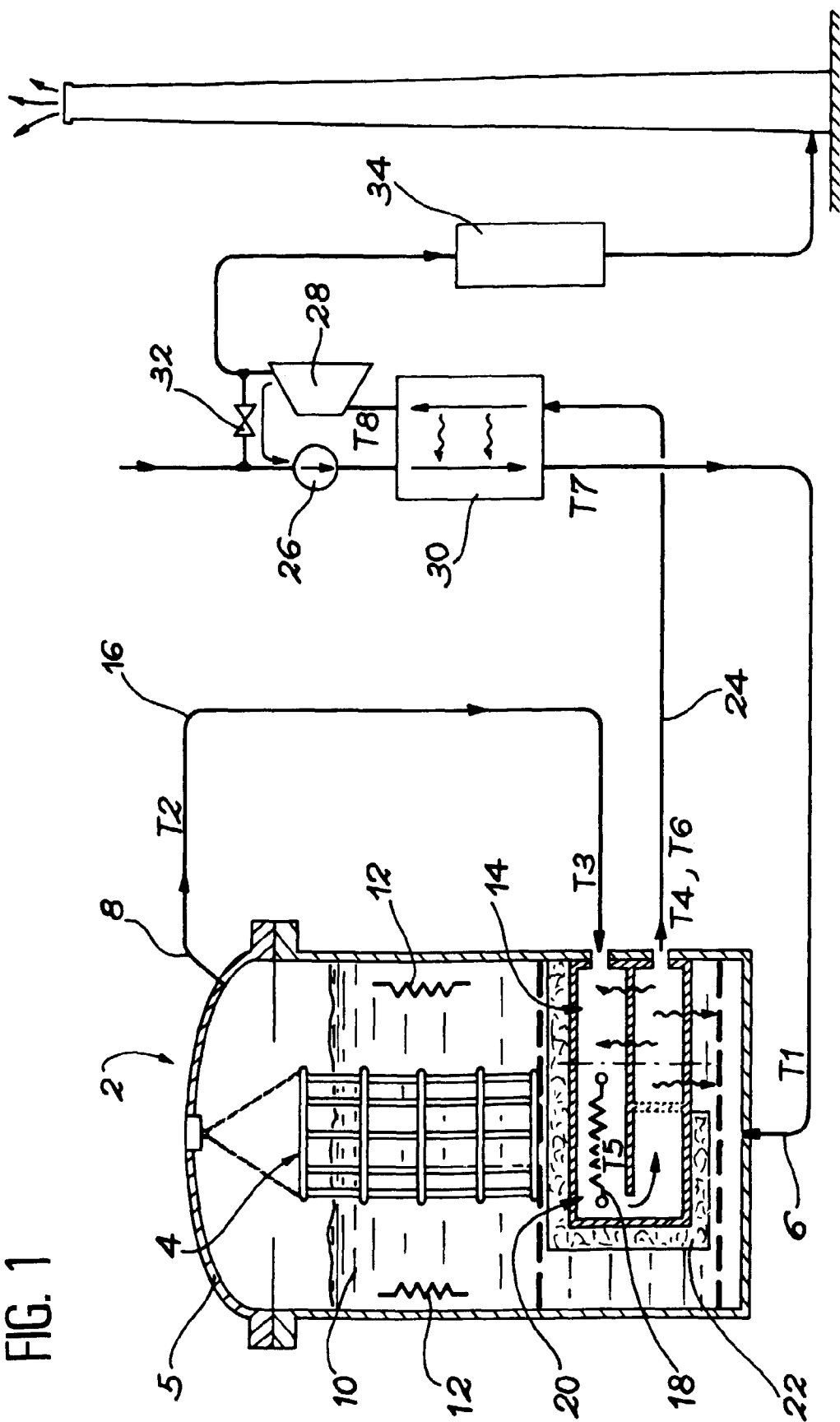
40

45

50

55

FIG. 1



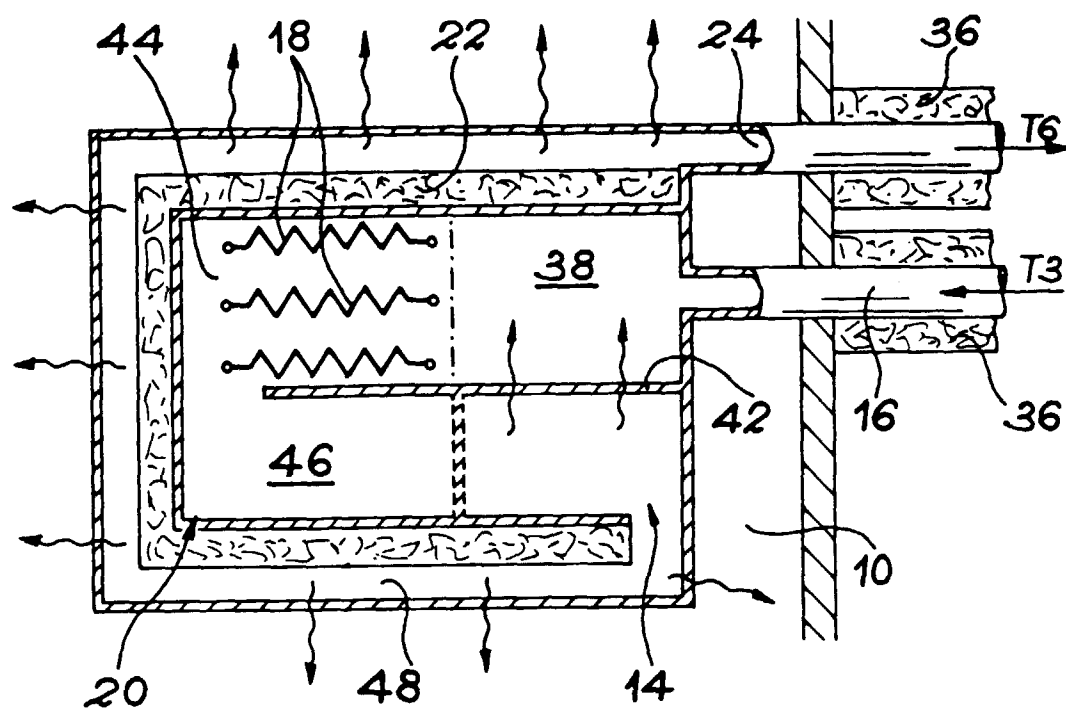


FIG. 2