

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 108 185 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

11.08.2004 Patentblatt 2004/33

(21) Anmeldenummer: **00942004.3**

(22) Anmeldetag: **31.05.2000**

(51) Int Cl.7: **F23G 7/06**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2000/004954

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/077453 (21.12.2000 Gazette 2000/51)

(54) **VERFAHREN ZUR THERMISCHEN REGENERATION DES WÄRMETAUSCHERMATERIALS
EINER REGENERATIVEN NACHVERBRENNUNGSVORRICHTUNG**

METHOD FOR THERMALLY REGENERATING THE HEAT EXCHANGER MATERIAL OF A
REGENERATIVE POST-COMBUSTION DEVICE

PROCEDE DE REGENERATION THERMIQUE DE LA MATIERE ECHANGEUSE DE CHALEUR
D'UN DISPOSITIF DE POST-COMBUSTION A REGENERATION

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

(30) Priorität: **10.06.1999 DE 19926405**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2001 Patentblatt 2001/25

(73) Patentinhaber: **EISENMANN MASCHINENBAU
KG (Komplementär: EISENMANN-Stiftung)
71032 Böblingen (DE)**

(72) Erfinder: **PÖTZL, Walter
D-72119 Ammerbuch (DE)**

(74) Vertreter: **Ostertag, Ulrich, Dr.
Patentanwälte
Dr. Ulrich Ostertag
Dr. Reinhard Ostertag
Eibenweg 10
70597 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**US-A- 5 101 741 US-A- 5 259 757
US-A- 5 538 420 US-A- 5 643 539
US-A- 5 810 581 US-A- 5 839 894**

EP 1 108 185 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Regeneration des Wärmetauschermaterials einer regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung, welche in einem Gehäuse von oben nach unten umfaßt:

- a) einen Verbrennungsraum;
- b) einen Abschnitt, der in mehrere mit Wärmetauschermaterial gefüllte Segmente unterteilt ist;
- c) einen Drehverteiler, der entsprechend seiner Drehstellung herstellt:
 - ca) eine Verbindung zwischen einem Einlaß für zu reinigendes Abgas mit einem ersten Segment des Wärmetauschermaterials;
 - cb) eine Verbindung zwischen einem zweiten Segment des Wärmetauschermaterials und einem Auslaß für gereinigtes Gas;
 - cc) eine Verbindung zwischen einem dritten, dem zweiten Segment in Drehrichtung des Drehverters vorausseilenden Segment des Wärmetauschermaterials und einem Ein- oder Auslaß für Spülgas,

bei welchem Verfahren Luft in der Verbrennungskammer erhitzt, dieser entnommen, mit Frischluft auf die gewünschte Regenerierlufttemperatur eingestellt und nacheinander durch alle Segmente des Wärmetauschermaterials geleitet wird, wodurch das Wärmetauschermaterial auf eine Temperatur gebracht wird, bei welcher sich die am Wärmetauschermaterial adsorbierten Verunreinigungen lösen.

[0002] Regenerative Nachverbrennungsvorrichtungen dienen der Reinigung verunreinigter Abgase aus industriellen Prozessen. Zur Einsparung von Energie bei der thermischen Nachverbrennung werden die zu reinigenden Abgase durch Wärmetauschermaterial hindurch geführt. Da die zu reinigenden Abgase häufig organische Verunreinigungen in Form kondensierbarer Substanzen, z.B. Teerprodukte, oder organische Stäube enthalten, setzen sich die Oberflächen dieser Wärmetauschermaterialien im Laufe des Betriebes mit diesen Verunreinigungen zu. Zur Regeneration muß das Wärmetauschermaterial periodisch auf eine Temperatur erhitzt werden, bei welcher sich die an der Oberfläche adsorbierten Verunreinigungen lösen und ausgetragen werden können. Dies geschieht bei den bekannten thermischen Nachverbrennungsvorrichtungen dadurch, daß Frischluft in die Verbrennungskammer eingebracht, dort auf hohe Temperatur erhitzt und sodann von oben her durch das Wärmetauschermaterial nach unten geleitet, über den Drehverteiler dem Auslaß zugeführt und sodann über den Kamin in die Außenatmo-

sphäre entsorgt wird. Der Drehverteiler steht bei diesem Vorgang. Es wird zugewartet, bis sich das jeweils durchspülte Segment des Wärmetauschermaterials von oben bis nach unten auf die erforderliche Temperatur erhitzt hat, so daß alle Bereiche des Wärmetauschermaterials in diesem Segment von Verunreinigungen befreit werden. Danach wird der Drehverteiler um ein Segment verdreht und der Vorgang beginnt von neuem. Nachteilig bei diesem bekannten verfahren zur Regeneration des Wärmetauschermaterials ist zum einen die verhältnismäßig lange Zeit, die zur Reinigung aller Segmente notwendig ist. Darüber hinaus enthält das dem Kamin zugeleitete Gas die Verunreinigungen, die sich vom Wärmetauschermaterial gelöst haben, und ist somit nicht sauber.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß die thermische Regeneration schnell vonstatten geht und darüber hinaus keine Verunreinigungen in die Umgebungsatmosphäre abgegeben werden.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zur thermischen Regeneration verwendete in der Verbrennungskammer erhitzte Luft dem Verbrennungsraum entnommen und zum Einlaß für zu reinigendes Abgas zurückgeführt wird, während der Auslaß für gereinigtes Gas geschlossen ist, und daß diese Luft so lange bei sich drehendem Drehverteiler im Kreislauf geführt wird, bis das gesamte Wärmetauschermaterial ausreichend erhitzt ist und sich alle Verunreinigungen von diesem gelöst haben.

[0005] Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Rezirkulation der erhitzten Luft zum Einlaß wird zweierlei erreicht:

Zum einen wird das jeweils beaufschlagte Segment des Wärmetauschermaterials von unten her erhitzt, also von einer Seite, die normalerweise verhältnismäßig kühl ist, da sie von der Verbrennungskammer weit entfernt ist. Auf diese Weise läßt sich eine einheitliche Erwärmung des Wärmetauschermaterials im Segment schneller erzielen, als wenn dieses Segment von der Verbrennungskammer her mit Heißluft beaufschlagt würde. Zum anderen wird bei der erfindungsgemäßen Vorgehensweise die Luft, welche vom Wärmetauschermaterial gelöste Verunreinigungen mit sich führt, in den Verbrennungsraum eingebracht, wo diese Verunreinigungen verbrannt und damit unschädlich gemacht werden. Über den Kamin wird somit nur von Verunreinigungen vollständig befreite Luft in die Umgebung abgegeben.

[0006] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; die einzige Figur zeigt schematisch eine regenerative Nachverbrennungsvorrichtung mit den wichtigsten zu deren Betrieb erforderlichen peripheren Einrichtungen.

[0007] Die regenerative Nachverbrennungsvorrichtung ist in der Zeichnung mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnet. Ihr grundsätzlicher Aufbau und ihre grundsätzliche Funktionsweise sind - soweit nachfolgend nichts anderes gesagt ist - in der EP 0 548 630 A1 oder der EP 0 719 984 A2 beschrieben, worauf ausdrücklich verwiesen wird.

[0008] Im unteren Bereich des Gehäuses 2 der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung 1 befindet sich ein Einlaßraum 3 für die zu reinigende Abluft, die über eine Einlaßleitung 4 zugeführt wird. Ein im Einlaßraum 3 angeordneter Drehverteiler 5 stellt je nach seiner Drehstellung eine Verbindung zwischen dem Einlaßraum 3 und einem Segment aus einer Vielzahl tortenstückförmiger Segmente in einem Oberhalb des Einlaßraumes 3 befindlichen Verteilraum 6 her. Erneut oberhalb des Verteilraumes 6 befindet sich im Gehäuse 2 ein Wärmetauschaum 7, der in eine entsprechende Anzahl von Segmenten unterteilt ist, die jeweils mit einem entsprechenden Segment des darunter liegenden Verteilraumes kommunizieren. Die Segmente des Wärmetauschaumes 7 sind mit Wärmetauschermaterial angefüllt.

[0009] Über den Wärmetauschaum 7 befindet sich im obersten Bereich des Gehäuses 2 eine Verbrennungskammer 8, in welche ein Brenner 9 mündet.

[0010] Der Drehverteiler 5 ist in bekannter Weise so ausgebildet, daß er ein weiteres Segment des Verteilraumes 6, welches im allgemeinen dem erstgenannten Segment diametral gegenüberliegt, und damit auch ein weiteres Segment des Wärmetauschaumes 7 mit einer Auslaßleitung 10 für gereinigtes Gas verbindet. Schließlich stellt der Drehverteiler 5 eine Verbindung zwischen demjenigen Segment des Verteilraumes 6 und damit des Wärmetauschaumes 7 mit einer Spülluftleitung 11 her, das in Drehrichtung des Drehverteilers 5 gesehen demjenigen Segment vorausseilt, welches mit der Auslaßleitung 10 kommuniziert.

[0011] Die Auslaßleitung 10 für gereinigtes Gas führt über ein motorgesteuertes Ventil 12 sowie ein Gebläse 13, ein weiteres motorgesteuertes Ventil 14 und einen Schalldämpfer 15 zu einem Kamin 16. Zwischen dem Gebläse 13 und dem motorgesteuerten Ventil 14 zweigt eine Rückführleitung 17 ab, die über ein weiteres motorgesteuertes Ventil 18 mit der Einlaßleitung 4 für zu reinigendes Abgas verbunden ist. Von der Rückführleitung 17 zweigt die bereits erwähnte Spülluftleitung 11 ab, in der ein weiteres motorgesteuertes Ventil 19 liegt. In die Spülluftleitung 11 mündet außerdem zwischen dem Ventil 19 und dem Einlaß in die regenerative Nachverbrennungsvorrichtung 1 eine mit der Außenatmosphäre verbundene Frischluftleitung 20, die durch ein weiteres motorgesteuertes Ventil 21 verschließbar ist.

[0012] Schließlich ist die Verbrennungskammer 8 mit der Auslaßleitung 10 für gereinigte Gase an einer Stelle zwischen dem motorgesteuerten Ventil 12 und dem Gebläse 13 verbunden; diese Verbindung läßt sich mit einem motorgesteuerten Ventil 23 öffnen oder schließen.

Zwischen dem motorgesteuerten Ventil 23 und der Mündungsstelle in die Auslaßleitung 10 mündet in die Leitung 22 eine Frischluftzuführleitung 24, die ebenfalls durch ein motorgesteuertes Ventil 25 versperrbar ist.

[0013] Der Normalbetrieb der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung 1, in welchem verunreinigte Abgase behandelt werden, entspricht dem Bekannten:

Das zu reinigende Abgas 4 wird über die Einlaßleitung 4 in die Einlaßkammer 3 der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung 1 eingebracht und entsprechend der jeweiligen Drehstellung des Drehverteilers 5 in ein bestimmtes Segment des Verteilraumes 6 weitergeleitet. Die Abluft steigt von diesem Segment des Verteilraumes 6 auf in das darüberliegende Segment des Wärmetauschaumes 7 und nimmt von dem dortigen Wärmetauschermaterial zuvor gespeicherte Wärme auf. Das Abgas erhitzt sich beim Durchgang durch das Wärmetauschermaterial, bis es beim Austritt aus der Oberseite aus dem Wärmetauschaum 7 die Entzündungstemperatur für die in ihm enthaltenen Verunreinigungen entweder erreicht hat oder dieser Entzündungstemperatur nahekommt. Im letzteren Falle wird mit Hilfe des Brenners 9 die Verbrennung der Verunreinigungen durchgeführt; im ersten Falle findet die Verbrennung ohne Zufuhr äußerer Energie statt.

[0014] Die erhitzte, nunmehr die (ungefährlichen) Verbrennungsprodukte enthaltende Luft tritt von oben her in ein Segment des Wärmetauschaumes 7 ein und durchströmt dieses nach unten. Es gibt dabei einen Großteil seiner Wärme an das dortige Wärmetauschermaterial ab und tritt an der Unterseite des Wärmetauschaumes 7, entsprechend abgekühlt, in das entsprechende Segment des Verteilraumes 6 ein und wird vom Drehverteiler 5 der Auslaßleitung 10 zugeführt. In dieser Betriebsweise sind die motorgesteuerten Ventile 12 und 14 geöffnet sowie die motorgesteuerten Ventile 18, 23, und 25 geschlossen. Die Reinluft wird mit Hilfe des Gebläses 13 über den Kamin 16 in die Außenatmosphäre ausgetragen.

[0015] Wie bereits oben erwähnt, wird dasjenige Segment des Wärmetauschaumes 7, welches dem von Reinluft durchströmten Segment in Drehrichtung des Drehverteilers 5 vorausseilt, mit Spülluft gespült. Diese Spülung erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel etwas anders als bei den oben erwähnten Druckschriften: Hier wird nämlich über die Rückführleitung 17 und die Spülluftleitung 11 bei geöffnetem motorgesteuerten Ventil 19 und geschlossenem motorgesteuerten Ventil 21 Reinluft über den Drehverteiler 5 dem entsprechenden Segment des Wärmetauschaumes 7 zugeführt. Dieser Unterschied in der Art der Spülung ist jedoch für die grundsätzliche Betriebsweise der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung 1 jedenfalls im vorliegenden Zusammenhang ohne Bedeutung.

[0016] Nach längerer Betriebszeit bedarf das im Wärmetauschaum 7 befindliche Wärmetauschermaterial einer Regeneration, da sich seine Oberflächen mit Substanzen, beispielsweise Teerprodukten oder organischen Stäuben, die vom zu reinigenden Abgas mitgeführt werden, zugesetzt haben. Diese thermische Regeneration geschieht bei der beschriebenen regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung 1 wie folgt:

Die Zufuhr von zu reinigender Abluft über die Einlaßleitung 4 wird abgestellt. Die motorgesteuerten Ventile 12 und 19 werden geschlossen, dagegen werden die motorgesteuerten Ventile 14, 18, 21, 23 und 25 geöffnet.

[0017] In diesem Schaltungszustand der verschiedenen motorgesteuerten Ventile wird heiße Luft aus der Verbrennungskammer 8 entnommen. Über die Frischluftzufuhrleitung 24 wird Frischluft beigemischt und dadurch die Regenerationslufttemperatur eingestellt. Die Mischluft wird mit dem Gebläse 13 über die Leitung 22 und das geöffnete Ventil 23 angesaugt und über die Rückführleitung 17 und das geöffnete motorgesteuerte Ventil 18 in die Einlaßleitung 4 und von dort über den Einlaßraum 3, den Drehverteiler 5, das entsprechende Segment des Verteilraumes 6 einem Segment des Wärmetauschaumes 7 zugeführt. Diese Luft tritt oben wieder in die Verbrennungskammer 8 ein und wird durch den Brenner 9 erhitzt. Die heiße Luft wird auf dem geschilderten Wege zirkuliert, während der Drehverteiler 5 sich weiter dreht. Überschüssige Luft im Kreislauf wird durch entsprechende Öffnung des motorgesteuerten Ventiles 14 zum Kamin 16 hin abgeführt.

[0018] Die geschilderte Luftzirkulation wird bei laufendem Drehverteiler 5 so lange durchgeführt, bis das Wärmetauschermaterial auch in den untersten Bereichen diejenige Temperatur erreicht hat, bei welcher die Ablagerungen von dem Wärmetauschermaterial abgetragen werden. Diese Verunreinigungen werden sodann von der zirkulierenden Luft in die Verbrennungskammer 8 gebracht und dort verbrannt. Ist dieser Prozeß abgeschlossen, so werden die verschiedenen motorgesteuerten Ventile wieder in die Ausgangsposition zurückgestellt und die Zufuhr von zu reinigender Abluft über die Einlaßleitung 4 wird wieder aufgenommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Regeneration des Wärmetauschermaterials einer regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung, welche in einem Gehäuse von oben nach unten umfaßt:

- a) eine Verbrennungskammer;
- b) einen Abschnitt, der in mehrere mit Wärmetauschermaterial gefüllte Segmente unterteilt

ist;

c) einen Drehverteiler, der entsprechend seiner Drehstellung herstellt:

ca) eine Verbindung zwischen einem Einlaß für zu reinigendes Abgas mit einem ersten Segment des Wärmetauschermaterials;

cb) eine Verbindung zwischen einem zweiten Segment des Wärmetauschermaterials und einem Auslaß für gereinigtes Gas;

cc) eine Verbindung zwischen einem dritten, dem zweiten Segment in Drehrichtung des Drehverteilers vorauselenden Segment des Wärmetauschermaterials und einem Ein- oder Auslaß für Spülgas,

bei welchem Verfahren Luft in der Verbrennungskammer erhitzt, dieser entnommen, mit Frischluft auf die gewünschte Regenerationslufttemperatur eingestellt und nacheinander durch alle Segmente des Wärmetauschermaterials geleitet wird, wodurch das Wärmetauschermaterial auf eine Temperatur gebracht wird, bei welcher sich die an dem Wärmetauschermaterial adsorbierten Verunreinigungen lösen,

dadurch gekennzeichnet,

daß die zur thermischen Regeneration verwendete in der Verbrennungskammer (8) erhitzte Luft der Verbrennungskammer (8) entnommen und zum Einlaß (4) für das zu reinigende Abgas zurückgeführt wird, während der Auslaß (10) für gereinigtes Gas verschlossen ist, und daß die Luft so lange bei sich drehendem Drehverteiler (5) im Kreislauf geführt wird, bis das gesamte Wärmetauschermaterial ausreichend erhitzt ist und sich alle Verunreinigungen von diesem gelöst haben.

45 Claims

1. Method for thermally regenerating the heat exchanger material of a regenerative post-combustion device, which in a housing comprises from top to bottom:

- a) a combustion chamber;
- b) a section, which is divided into several segments filled with heat exchanger material;
- c) a rotary distributor, which according to its rotary position produces:

ca) a connection between an inlet for waste gas to be purified and a first segment of the heat exchanger material;

cb) a connection between a second segment of the heat exchanger material and an outlet for purified gas; 5

cc) a connection between a third segment of the heat exchanger material, which segment is ahead of the second segment in the direction of rotation of the rotary distributor, and an inlet or outlet for flushing gas, 10

in which method air is heated in the combustion chamber, is removed from this, adjusted to the desired regeneration air temperature using fresh air, and is conducted successively through all segments of the heat exchanger material, due to which the heat exchanger material is brought to a temperature at which the contaminants absorbed by the heat exchanger material are released, 15 20

wherein 25
the air used for thermal regeneration and heated in the combustion chamber (8) is removed from the combustion chamber (8) and returned to the inlet (4) for the waste gas to be purified, while the outlet (10) for purified gas is closed, and the air is circulated with the rotary distributor (5) rotating until all the heat exchanger material has been sufficiently heated and all contaminants have been released from this. 30

35

Revendications

1. Procédé de régénération thermique de la matière échangeuse de chaleur d'un dispositif de post-combustion à régénération comprenant de haut en bas, dans un boîtier : 40

a) une chambre de combustion ;
b) un tronçon scindé en plusieurs segments remplis d'une matière échangeuse de chaleur ; 45
c) un répartiteur rotatif établissant, en concordance avec sa position prise par rotation :

ca) une liaison entre une admission de gaz d'échappement à épurer, et un premier segment de la matière échangeuse de chaleur ; 50

cb) une liaison entre un deuxième segment de la matière échangeuse de chaleur, et une sortie de gaz d'échappement épurés ; 55

cc) une liaison entre un troisième segment de la matière échangeuse de chaleur, pré-

cédant le deuxième segment dans la direction de rotation du répartiteur rotatif, et une admission ou une sortie de gaz de rinçage,

procédé dans lequel de l'air est réchauffé dans la chambre de combustion, prélevé de cette dernière, réglé sur la température souhaitée d'air de régénération, avec de l'air frais, puis successivement dirigé à travers tous les segments de la matière échangeuse de chaleur, de sorte que ladite matière échangeuse de chaleur est amenée à une température à laquelle se dissocient les impuretés adsorbées sur ladite matière échangeuse de chaleur,

caractérisé par le fait

que l'air utilisé pour la régénération thermique, réchauffé dans la chambre de combustion (8), est prélevé de ladite chambre de combustion (8) et renvoyé vers l'admission (4) des gaz d'échappement à épurer, tandis que la sortie (10) de gaz épurés est obturée ; et par le fait que, le répartiteur rotatif (5) accomplissant une rotation, l'air est mis en circuit jusqu'à ce que toute la matière échangeuse de chaleur soit suffisamment réchauffée, et que toutes les impuretés se soient dissociées d'avec cette dernière.

