



12 **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift :
14.04.93 Patentblatt 93/15

51 Int. Cl.⁵ : **F23C 6/04, F23J 7/00**

21 Anmeldenummer : **91901273.2**

22 Anmeldetag : **21.12.90**

86 Internationale Anmeldenummer :
PCT/DE90/00985

87 Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 91/10097 11.07.91 Gazette 91/15

54 **VERFAHREN ZUR VERRINGERUNG DER STICKOXIDEMISSION BEI DER VERFEUERUNG VON FESTEN BRENNSTOFFEN.**

30 Priorität : **27.12.89 DE 3943084**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung :
11.12.91 Patentblatt 91/50

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
14.04.93 Patentblatt 93/15

84 Benannte Vertragsstaaten :
AT BE DE DK ES FR GB IT NL SE

56 Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 159 492
WO-A-87/06677

56 Entgegenhaltungen :
Patent Abstract of Japan, vol. 7, No. 227,
(M-248) (1372), 7 October 1983
Patent Abstracts of Japan, vol. 7, No. 279,
(M-262) (1424), 13 December 1983
Patent Abstracts of Japan, vol. 8, No. 35,
(M-276) (1472), 15 February 1984

73 Patentinhaber : **SAARBERGWERKE**
AKTIENGESELLSCHAFT
Trierer Strasse 1
W-6600 Saarbrücken (DE)

72 Erfinder : **SPLIETHOFF, Heinz**
Warken-Eckstein-Strasse 3
W-6605 Friedrichsthal (DE)
Erfinder : **SPLIETHOFF, Hartmut**
Schwarzwaldweg 111g
W-7000 Stuttgart (DE)

EP 0 460 160 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verringerung der Stickoxidemission bei der Verfeuerung von festen Brennstoffen, insbesondere von Steinkohlen, wobei den aus einer Hauptfeuerungszone abziehenden Rauchgasen Reduktionsbrennstoff zugegeben und verbrannt wird. Ein solches Verfahren ist aus Dokument EP-A- 0 159 492 bekannt.

Die Stickoxidemission von mit Festbrennstoffen betriebenen Feuerungsanlagen kann sowohl durch geeignete Führung des Verbrennungsprozesses, sog. Primärmaßnahmen, als auch durch Behandlung der aus der Feuerung abziehenden Rauchgase, sog. Sekundärmaßnahmen, beeinflusst werden.

Während die Primärmaßnahmen die Entstehung von Stickoxiden in der Feuerung reduzieren sollen, zielen die Sekundärmaßnahmen darauf ab, entstandene Stickoxide aus den aus der Feuerung abziehenden Rauchgasen wieder zu entfernen.

Bekannte Sekundärmaßnahmen sind beispielsweise die katalytischen Verfahren zur selektiven Abtrennung der Stickoxide. Diese Verfahren sind jedoch aufwendig und teuer. Auch ist die Entsorgung der aufgebrauchten bzw. beladenen Katalysatoren nicht unproblematisch.

Eine weitere, vergleichsweise einfache Möglichkeit zur Verringerung der Stickoxidemission besteht darin, den aus der Hauptfeuerungszone einer Feuerungsanlage abziehenden Rauchgasen zusätzlichen Reduktionsbrennstoff zuzumischen und in einer sog. Reduktionszone zu verbrennen. Diese Maßnahme reicht jedoch allein meist nicht aus, um die gesetzlich vorgegebenen Emissionsgrenzwerte für Stickoxide einhalten zu können, so daß in der Regel auf zusätzliche Sekundärmaßnahmen, wie z.B. eine katalytische Entstickung nicht verzichtet werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, dieses Verfahren der eingangs beschriebenen Art zu verbessern, so daß auf einfache und wirtschaftliche Weise hohe Entstickungsgrade erreicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rauchgase nacheinander zwei Reduktionszonen durchströmen, daß die erste Reduktionszone unterstöchiometrisch bei Temperaturen oberhalb 1.000° C und unter Zugabe eines Reduktionsbrennstoffes betrieben wird und daß die zweite Reduktionszone überstöchiometrisch in Anwesenheit Stickoxid-reduzierender Stoffe bei Temperaturen von 950°C bis 1.000°C betrieben wird. Als Stickoxid-reduzierende Stoffe werden vornehmlich Ammoniak, Ammoniakwasser, Harnstofflösungen o.ä. eingesetzt.

Durch die erfindungsgemäße Kombination der Stickoxidreduktion durch Reduktionsbrennstoff in einer unterstöchiometrischen Reduktionszone und durch Stickoxid-reduzierende Stoffe in einer überstöchiometrischen Reduktionszone wird der Entstickungsgrad insgesamt merklich verbessert.

Zweckmäßigerweise werden die Stickstoff-reduzierenden Stoffe, zumindest teilweise, zusammen mit dem Reduktionsbrennstoff in die erste Reduktionszone zugegeben. Dadurch wird bereits in der ersten Reduktionszone die Stickoxidreduktion weiter deutlich gesteigert, da in der dort vorhandenen unterstöchiometrischen Atmosphäre auch bei den hohen Temperaturen oberhalb 1.000° C die Stickoxid-reduzierenden Stoffe zusätzlich reduzierend wirken. Die Verweilzeit der Rauchgase in dieser ersten Reduktionszone sollte zweckmäßigerweise mindestens 0,1 s betragen.

In der zweiten Reduktionszone findet dann durch die Stickoxid-reduzierenden Stoffe die weitere Stickoxidminderung statt, wobei jedoch wegen der überstöchiometrischen Bedingungen ein Temperaturbereich von 950° C bis 1.000° C eingehalten werden muß. Die Einstellung der überstöchiometrischen Bedingungen in der zweiten Reduktionsstufe erfolgt zweckmäßigerweise durch Zugabe einer Überschussmenge an Ausbrandluft über den zum vollständigen Ausbrennen der Reduktionsmenge benötigten Bedarf hinaus.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung kann über die Menge und Temperatur der zugeführten Ausbrandluft der bei überstöchiometrischen Bedingungen einzuhaltende enge Temperaturbereich einfach und genau eingehalten werden. Da die Stickoxid-reduzierenden Stoffe bereits in der ersten Reduktionszone zugemischt werden, ist sichergestellt, daß sie gleichmäßig im Rauchgas verteilt den für die Stickoxidminderung einzuhaltenden Temperaturbereich durchlaufen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand einer in der Figur beispielhaft dargestellten Schmelzkammerfeuerungsanlage weiter erläutert.

Eine Feuerungsanlage 1 weist eine Hauptfeuerungszone 2 mit Brennern 10 und einer Brennstoffzuführung 7 auf. Die Rauchgase der Hauptfeuerungszone 2 werden im gezeigten Beispiel einer Schmelzkammerfeuerungsanlage um 180° umgelenkt und durch einen Fangrost 4 geleitet. Der umgelenkte Rauchgasstrom durchströmt dann nacheinander zwei Reduktionszonen 6 und 9. In die erste Reduktionszone 6 mit unterstöchiometrischen Bedingungen und einer Temperatur oberhalb 1.000° C werden über Leitung 5 Reduktionsbrennstoff und über Leitung 3 diesem zudosierte Stickoxid-reduzierende Stoffe in den Rauchgasstrom eingeleitet und mit diesem vermischt. Die Einleitung kann auch, wie in der Figur angedeutet, an mehreren am Umfang der Reduktionszone 6 verteilt angeordneten Einleitstellen erfolgen. Zur Unterstützung der Vermischung durch Erhöhung des Strömungsimpulses kann zusätzlich über Leitung 11 Rauchgas rezirkuliert werden.

Die Strömungslänge der ersten Reduktionszone 6 ist ausreichend groß, um eine Verweilzeit der Rauchgase in dieser Reduktionszone 6 von minde-

stens 0,1 s zu gewährleisten. Über Leitung 7 am Ende der ersten Reduktionszone 6 wird dem Rauchgas eine ausreichend große Menge Ausbrandluft zuge-mischt, die sicherstellt, daß in der zweiten Redukti-onszone 9 überstöchiometrische Bedingungen gege-ben sind, wobei über Menge und Temperatur der zu-gegebenen Ausbrandluft auch der für die Stickoxid-minderung in überstöchiometrischer Atmosphäre er-forderliche Temperaturbereich von 950° C bis 1.000° C eingestellt wird. Über Leitung 8 können zusätzliche Stickoxid-reduzierende Stoffe, wegen der besseren Vermischung zweckmäßigerweise zusammen mit der Ausbrandluft und ggf. auch hier über Leitung 12 rückgeführten Rauchgas zudosiert werden, wobei das Verhältnis rezirkuliertes Rauchgas zu Frischluft durch die Bedingungen nach einer überstöchiometri-schen Atmosphäre begrenzt ist. Auch hier kann die Einleitung an mehreren, am Umfang der zweiten Re-duktionszone 9 verteilt angeordneten Einleitstellen erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verringerung der Stickoxidemissi-on bei der Verfeuerung von festen Brennstoffen, insbesondere von Steinkohlen, wobei den aus ei-ner Hauptfeuerungszone abziehenden Rauch-gasen ein Reduktionsbrennstoff zugegeben und nachverbrannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Rauchgase nacheinander zwei Redukti-onzonen durchströmen, daß die erste Redukti-onzone unterstöchiometrisch bei Temperaturen oberhalb 1.000° C und unter Zugabe des Reduk-tionsbrennstoffes betrieben wird und daß die zweite Reduktionszone überstöchiometrisch in Anwesenheit Stickoxid-reduzierender Stoffe bei Temperaturen von 950° C bis 1.000° C betrieben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, daß die Stickoxid-reduzierenden Stoffe zumindest teilweise zusammen mit dem Reduk-tionsbrennstoff in die erste Reduktionszone zu-gegeben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-kennzeichnet, daß die Verweildauer der Rauch-gase in der ersten Reduktionszone mindestens 0,1 s beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-durch gekennzeichnet, daß die Einstellung der überstöchiometrischen Bedingungen in der zwei-ten Reduktionszone durch Zumischen von Aus-brandluft zu den Rauchgasen erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Einstellung des Temperaturbe-reiches in der zweiten Reduktionszone über Men-ge und Temperatur der zugegebenen Ausbrand-luft erfolgt.

Claims

1. A process for reducing the emission of nitrogen oxides in the combustion of solid fuels, in particu-lar coal, wherein a reduction fuel is added to the flue gases issuing from a main combustion zone and is post-combusted, characterised in that the flue gases flow successively through two reduc-tion zones, that the first reduction zone is oper-ated sub-stoichiometrically at temperatures ex-ceeding 1,000°C and with the addition of the re-duction fuel, and that the second reduction zone is operated super-stoichiometrically in the pres-ence of nitrogen oxide reducing substances at temperatures of 950°C to 1000°C.
2. A process as claimed in Claim 1, characterised in that the nitrogen oxide reducing substances are added at least partially together with the reduc-tion fuel to the first reduction zone.
3. A process as claimed in Claim 1 or 2, character-ised in that the dwell time of the fuel gases in the first reduction zone amounts to at least 0.1 s.
4. A process as claimed in one of Claims 1 to 3, char-acterised in that the setting of the super-stoichio-metric conditions in the second reduction zone is carried out by the admixing of combustion air to the flue gases.
5. A process as claimed in Claim 4, characterised in that the setting of the temperature range in the second reduction zone is carried out via the quantity and temperature of the admixed com-bustion air.

Revendications

1. Procédé pour la réduction de l'émission d'oxyde d'azote lors de la combustion de combustibles solides, notamment de charbon, dans lequel on ajoute aux fumées sortant d'une zone principale de combustion un combustible réducteur et on réalise une postcombustion, caractérisé en ce que les fumées traversent successivement deux zones réductrices et qu'on fait fonctionner la pre-mière zone de réduction en proportion sous-stoechiométrique à des températures supérieu-res à 1000°C en ajoutant le combustible réduc-teur et qu'on fait fonctionner la deuxième zone de

réduction en proportion sur-stoechiométrique en présence de substances réduisant l'oxyde d'azote à des températures comprises entre 950°C et 1000°C.

- 5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on ajoute les substances réductrices de l'oxyde d'azote au moins en partie avec le combustible réducteur dans la première zone de réduction. 10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le temps de séjour des fumées dans la première zone réductrice est au moins de 0,1 s. 15
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'ajustement des conditions sur-stoechiométriques dans la deuxième zone de réduction se fait par mélange d'air comburant aux fumées. 20
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ajustement de l'intervalle de température dans la deuxième zone de réduction se fait par la quantité et la température de l'air comburant ajouté. 25

30

35

40

45

50

55

