

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 458 748

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 80 12752

⑤④ Procédé de combustion d'un carburant avec faible émission d'oxydes d'azote.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). F 23 C 6/04; F 23 K 3/02.

②② Date de dépôt..... 9 juin 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : Japon, 7 juin 1979, n° 71466/1979.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

⑦① Déposant : Société dite : MITSUBISHI JUKOGYO KK, résidant au Japon.

⑦② Invention de : Yasuro Takahashi et Masayasu Sakai.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Claude Rodhain, conseils en brevets d'invention,
30, rue de La Boétie, 75008 Paris.

Procédé de combustion d'un carburant avec faible émission d'oxydes d'azote.

La présente invention concerne un procédé permettant d'effectuer une combustion dans un appareil à combustion de carburant pulvérisé tel qu'une chaudière ou un four à combustion en brûlant du charbon pulvérisé avec faible émission d'oxydes d'azote (désignés ci-après pour plus de simplicité sous le nom de "NOx").

Bien qu'un certain nombre de dispositifs aient été proposés jusqu'à présent pour maîtriser les émissions de NOx produites par la combustion de carburants, on s'est plus récemment intéressé à des procédés de combustion mettant en jeu les tendances à diminuer l'émission de NOx que présentent des carburants gazeux et liquides. A titre d'exemple, la Fig. 1 représente un système type basé sur cette idée générale et introduit lors du 14ème Symposium International sur la Combustion, en 1972. Dans cette figure, un combusteur 1 est équipé d'un brûleur 2 alimenté par un tube d'entrée 3, en air A et en méthane C en tant que carburant gazeux, de telle façon que le mélange gazeux produit soit brûlé sous forme d'une flamme F à l'extrémité ouverte du brûleur 2. Le carburant gazeux constitué par le méthane C est en outre amené par un tube 4 à l'intérieur du four en un point situé en aval de la flamme F, puis est introduit sous pression par les orifices 5 pratiqués dans l'extrémité intérieure du tube, pour être mélangé au gaz de combustion. Cette addition de carburant provoque une nouvelle combustion du gaz de combustion, le résultat de cette nouvelle combustion sortant du combusteur sous forme du gaz d'échappement G. Il a été confirmé que cette méthode conduisait à une diminution d'environ 50 % de la quantité de NOx thermique produit par la flamme F par recombustion avec un apport supplémentaire de méthane C.

Par contre, aucune étude n'a été entreprise en ce qui concerne le charbon et l'art antérieur ne fait pas mention de procédés et de dispositifs de régulation de l'émission de NOx produite par combustion de ce carburant solide.

L'invention a pour objet de fournir un procédé de combustion permettant de diminuer la teneur en NOx des gaz de combustion résultant de la combustion d'un carburant pulvérisé et en particulier, du charbon finement divisé.

Sur la base de sa découverte selon laquelle le charbon pulvérisé présente également un effet de diminution des émissions de NOx, la demanderesse propose d'introduire du charbon pulvérisé en tant qu'apport supplémentaire de carburant dans un gaz de combustion et d'utiliser un gaz inerte ou à faible teneur en oxygène en tant que gaz porteur (fluide de transport) pour souffler le carburant dans la flamme. La demanderesse a également découvert que pour permettre au charbon pulvérisé d'exercer pleinement son effet de diminution des émissions de NOx, il était souhaitable d'utiliser des conditions telles qu'il reste une certaine proportion de charbon n'ayant pas brûlé après recombustion. En conséquence, elle propose l'introduction supplémentaire d'oxygène ou d'air une fois l'action de diminution de la teneur en NOx pratiquement achevée, pour compléter la combustion du carburant n'ayant pas brûlé.

Ce but, ainsi que d'autres, les caractéristiques et les avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, en association avec les dessins annexés, dans lesquels :

- la Fig. 1 est une représentation schématique d'un système de combustion classique à faible émission d'oxydes à azote;

- la Fig. 2 est une représentation schématique d'un appareil permettant de mettre en oeuvre le procédé de l'invention.

Selon la Fig. 2, cet appareil comporte un four cylindrique horizontal 11, (d'un mètre de diamètre et de 18 mètres de longueur), une cheminée 12, un brûleur 13 de charbon pulvérisé, des trémies 14 et 21, des dispositifs d'alimentation 15 et 22 permettant de fournir respectivement du charbon pulvérisé C1 et C2. Une soufflante 16 d'alimentation en charbon à tirage forcé permet de fournir de l'air primaire A1 en même temps que du charbon, par l'intermédiaire d'une canalisation 17. Il est également prévu une soufflante à tirage forcé 18 servant à introduire de l'air secondaire A2 et de l'air tertiaire A3 par une canalisation 19, un injecteur 20 pour injecter l'air tertiaire, une canalisation 23, un éjecteur 24, une bouteille d'azote 25 et une

bouteille d'oxygène 26, des vannes de réglage de débit 27 et 28, un injecteur 29 pour une injection supplémentaire de charbon pulvérisé, un orifice d'alimentation en gaz 30, un appareil de mesure de la concentration en NOx 31, un appareil 32 de mesure de la concentration en O₂ et un appareil de mesure 33 de la concentration en CO.

La référence F représente la flamme formée par le brûleur de charbon pulvérisé 13, G0 représente le gaz de combustion presque au stade final de la combustion, G1 est le gaz après recombustion avec le charbon pulvérisé introduit en tant que carburant supplémentaire et G2 est le gaz d'échappement produit après combustion complète du mélange non brûlé, avec l'air tertiaire injecté par l'injecteur d'air tertiaire 20.

Dans l'appareil du type décrit ici, le charbon pulvérisé C1 provenant du dispositif d'alimentation 15 est transporté par l'air primaire A1 servant de gaz porteur et est introduit par la soufflante à tirage forcé 16 d'alimentation en charbon dans le brûleur principal 13 où il est mélangé à l'air secondaire A2 provenant de la soufflante 18. Il se produit alors une combustion du mélange donnant naissance à la flamme F. Une quantité supplémentaire de carburant constitué par du charbon pulvérisé C2 fournie par le dispositif d'alimentation 22 est injectée dans le four par l'injecteur 29, dans la partie du gaz de combustion G0 se trouvant à l'extrémité de la flamme, le carburant étant entraîné depuis l'éjecteur 24 par le gaz porteur constitué par le N₂ et le O₂ fournis par les bouteilles 25 et 26. On ajuste les débits de ces gaz et on les mélange selon un rapport N₂ : O₂ prédéterminé au moyen des vannes 27 et 28. Il se produit alors une recombustion avec le carburant supplémentaire constitué par le charbon pulvérisé C2 et le gaz de combustion produit G1 s'écoule en aval où l'air tertiaire A3 est injecté par l'injecteur 20 en vue d'une combustion complète des constituants non brûlés du gaz G1. Une fois la combustion achevée, le gaz de combustion G2 est évacué par la cheminée 12 dans l'atmosphère. Une partie du gaz de combustion est entraînée par aspiration par l'orifice d'échantillonnage 30 et ses teneurs en NOx, O₂ et CO sont respectivement mesurées par les appareils de mesure de la concentration en NOx, O₂ et CO, 31, 32 et 33.

Contrairement à la formation de la flamme de combustion F produite par le brûleur 13 selon un procédé classique de combustion du charbon pulvérisé, le processus consistant à mélanger un carburant supplémentaire constitué par le charbon pulvérisé C2 au mélange gazeux $N_2 : O_2$ fourni par l'éjecteur 24 et l'injecteur 29 et à effectuer la recombustion dans la zone située en aval de la flamme F, fait l'objet de la présente invention. Cette méthode permet de réduire de moitié la quantité de NO_x produite par la flamme F par recombustion avec le charbon pulvérisé C2 utilisé comme carburant supplémentaire.

Cet effet a été mis en évidence à la suite d'expériences menées conformément à l'invention. Il a également été confirmé que l'effet de diminution de la teneur en NO_x dépend dans une large mesure de la composition du gaz porteur qui entraîne le carburant supplémentaire constitué par le charbon pulvérisé C2.

Les résultats des principaux essais effectués avec l'appareil de l'invention sont rassemblés dans le Tableau 1, (voir page 6).

Ces essais ont été réalisés en effectuant la combustion de charbon pulvérisé au moyen de brûleur 13 à un débit de 89 kg/h. Ce tableau met clairement en évidence l'effet de la diminution de la teneur en NO_x obtenu en utilisant un apport supplémentaire de charbon pulvérisé C2. Les essais numéros T-1 et T-2 ont consisté à effectuer la combustion ordinaire de charbon pulvérisé au moyen du brûleur 13 en utilisant seulement l'air primaire A1 et l'air secondaire A2. Au contraire, les essais numéros T-3 et T-4 ont mis en jeu l'apport d'une quantité supplémentaire de carburant constituée par du charbon pulvérisé C2, le gaz porteur étant constitué par 100 % de N_2 . Si l'on compare les essais numéros T-1 et T-3, on constate un abaissement de la teneur en NO_x de 181 ppm à 118 ppm dans l'essai T-3 et dans le cas des essais numéros T-2 et T-4, de 148 ppm à 53 ppm. Ces résultats mettent en évidence l'effet de diminution de la teneur en NO_x produit par l'addition de charbon pulvérisé C2. Il ressort en outre de la comparaison des essais numéros T-3 et T-4 que les conditions dans lesquelles la combustion est produite par le brûleur 13 sont telles que l'effet est d'autant plus avantageux que la teneur en O_2 du gaz de combustion GO est faible. Cependant, il est à noter que dans l'essai T-4 où cet effet est très sensible, il reste d'importantes quantités de constituants non brûlés tels que CO.

Dans le but d'atteindre la combustion complète des substances non brûlées, l'utilisation d'air tertiaire A3 a été incorporée aux conditions de l'essai 4. L'essai ainsi réalisé constitue l'essai T-5. Ses résultats ont été satisfaisants, la teneur en NOx étant maintenue pratiquement égale à celle de l'essai T-4, et le CO ayant en outre pratiquement disparu.

On a également effectué des essais en utilisant de l'oxygène en plus du gaz inerte N₂ comme gaz porteur. Les résultats sont rassemblés en T-6 à T-10. Il ressort de ces résultats que l'effet de diminution de la teneur en NOx augmente en proportion inverse de la concentration en O₂ dans le gaz porteur. Dans l'essai T-10 où le gaz porteur contient 21 % d'oxygène (comme l'air ordinaire), la teneur en NOx est plus élevée que celle de T-2, montrant que dans ce cas, l'effet produit par l'addition de charbon pulvérisé n'est pas intéressant. Par conséquent, il est préférable que la teneur en O₂ du gaz porteur ne dépasse pas 10 % et mieux encore, 5 %.

En résumé, il a été trouvé que les conditions utilisées dans les essais numéros T-5 à T-7 sont les plus satisfaisantes, que les conditions de l'essai numéro T-4 produisent la plus faible concentration en NOx, bien que la teneur en CO soit élevée, et que les conditions des essais T-3 et T-8 correspondent globalement à celles de T-4 à T-8.

Tableau 1

ESSAI numéro :	Brûleur principal (13)		Injecteur (29)					Injecteur (20)				Gaz de combustion évacué		
	Débit du charbon pul vérisé (C1) (kg/h)	Débits d'air primaire et secondaire (A1 et A2) (kg/h)	Addition de charbon pul vérisé (C2) (kg/h)	Gaz porteur			Débit d'air tertiaire (A3) (kg/h)	Teneur en NOx (ppm)	Teneur en O ₂ (%)	Teneur en CO (ppm)				
				Débit (kg/h)	Comp. %	N ₂								
T-1	89	985	0	0	-	-	0	181	4,2	0				
T-2	89	866	0	0	-	-	0	148	1,9	600				
T-3	89	985	8	14	0	100	0	118	2,2	800				
T-4	89	866	8	14	0	100	0	53	0,3	>5000				
T-5	89	866	8	14	0	100	200	58	4,0	30				
T-6	89	866	8	14	2	98	200	64	4,0	20				
T-7	89	866	8	14	5	95	200	87	4,0	10				
T-8	89	866	8	14	10	90	200	128	4,1	3				
T-9	89	866	8	14	15	85	200	149	4,0	5				
T-10	89	866	8	14	21	79	200	158	4,1	0				

REVENDEICATIONS

1°) - Procédé de combustion d'un carburant avec faible émission d'oxydes d'azote, caractérisé en ce qu'il consiste à introduire un combustible pulvérisé dans le brûleur principal d'un four à combustion et à introduire en outre un combustible pulvérisé dans la
5 partie de ce four où ce premier combustible a pratiquement achevé sa combustion.

2°) - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise comme fluide de transport un gaz inerte à teneur faible ou nulle en oxygène.

10 3°) - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on introduit de l'oxygène ou de l'air dans une zone située en aval de ladite partie où l'on introduit un combustible supplémentaire.

15 4°) - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la teneur en oxygène de ce fluide de transport de combustible pulvérisé ne dépasse pas 10 %.

5°) - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la teneur en oxygène de ce fluide de transport de combustible pulvérisé ne dépasse pas 5 % .

FIG. 1

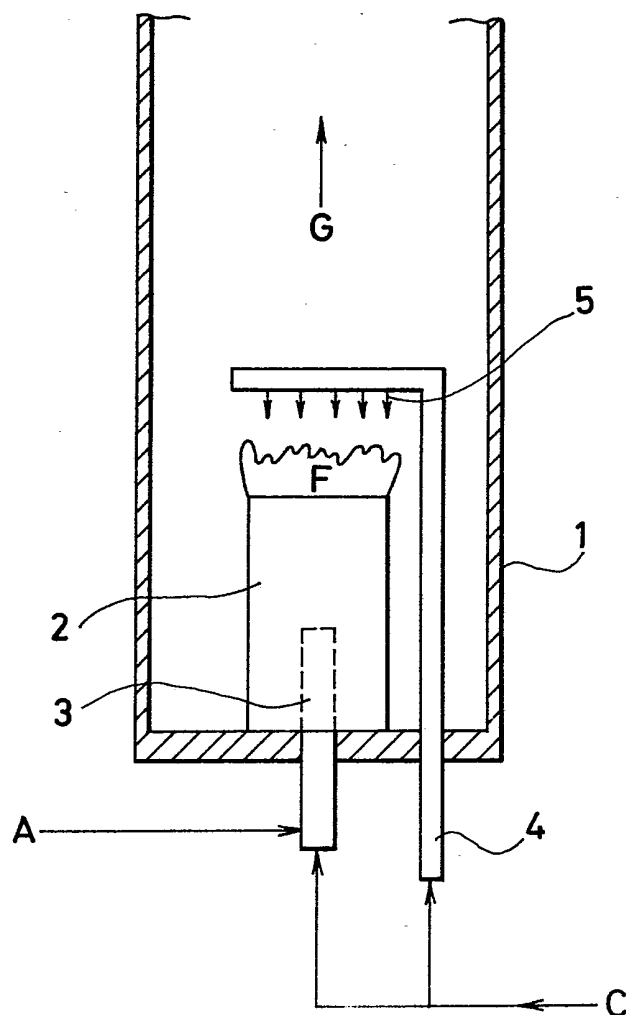


FIG. 2

