

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 016 828 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.11.2004 Bulletin 2004/47

(51) Int Cl.7: **F23D 17/00, F23D 11/10**

(21) Numéro de dépôt: **99402851.2**

(22) Date de dépôt: **17.11.1999**

(54) **Injecteur pour brûleur et système d'injection correspondant**

Einspritzdüse für Brenner und entsprechendes Einspritzsystem

Nozzle for burner and corresponding injection system

(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: **30.12.1998 FR 9816633**

(43) Date de publication de la demande:
05.07.2000 Bulletin 2000/27

(73) Titulaire: **L'air Liquide, S.A. à Directoire et Conseil
de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des
Procédés Georges Claude
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Robillard, Dominique
75321 Paris Cedex 07 (FR)**
• **Borissoff, Thierry
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

- **Zerbinatti, Celso
75321 Paris Cedex 07 (FR)**
- **Alves, Dora Sophia
75321 Paris Cedex 07 (FR)**
- **Dugue, Jacques
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(74) Mandataire: **Vesin, Jacques et al
L'AIR LIQUIDE, S.A.,
Service Propriété Industrielle,
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 449 788 AT-B- 315 342
FR-A- 1 385 061 US-A- 5 129 333
US-A- 5 129 335

EP 1 016 828 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 les injecteurs pour brûleurs présentant un axe longitudinal et s'appliquant en particulier aux procédés d'élaborations de clinker, intermédiaire de fabrication des ciments.

[0002] Le clinker est obtenu par cuisson à haute température de matériaux de carrière tels que l'argile, le calcaire ...

[0003] On distingue trois types principaux de cuisson pour l'élaboration de clinker, à savoir la cuisson par voie humide, la cuisson par voie semi-sèche et la cuisson par voie sèche.

[0004] Dans les cas des voies semi-sèche et sèche, l'installation de cuisson comporte successivement un dispositif de précalcination pour préchauffer, déshydrater, et décarbonater les matières premières, par exemple une grille « Lepol », et un four rotatif dans lequel le matériau s'écoule et où se produit la clinkérisation. Ce four rotatif délivre en sortie du clinker.

[0005] Une tuyère principale est située au niveau de la sortie du four rotatif. Cette tuyère amène l'énergie calorifique nécessaire dans le four rotatif. L'énergie calorifique nécessaire au fonctionnement du dispositif de précalcination est apportée majoritairement par les fumées produites par la tuyère principale, ces fumées circulant dans le four rotatif à contre-courant du matériau. Un appoint d'énergie est nécessaire au niveau du dispositif de précalcination.

[0006] Dans le cas d'une grille « Lepol », cet appoint est habituellement assuré par la combustion d'une part d'un combustible principal à fort pouvoir calorifique inférieur (PCI), par exemple supérieur à 6000 th/t, et d'autre part d'un combustible auxiliaire à faible PCI, par exemple inférieur à 2000 th/t.

[0007] Généralement, le combustible principal est constitué par des déchets industriels liquides contenant jusqu'à 30% en masse d'eau et le combustible auxiliaire est constitué d'eaux industrielles polluées. Pour assurer l'appoint d'énergie dans l'enceinte du dispositif de précalcination, on pulvérise, à l'aide d'air sous pression, ces combustibles dans des injecteurs distincts.

[0008] L'oxygène contenu dans les fumées présentes dans l'enceinte du dispositif de précalcination constitue le comburant principal. De l'oxygène d'appoint est introduit à proximité de l'injecteur de combustible principal par l'intermédiaire d'un troisième injecteur.

[0009] Dans le dispositif de précalcination, le combustible principal est pulvérisé sous forme d'une nappe supérieure, le combustible auxiliaire est pulvérisé sous forme d'une nappe inférieure espacée de la nappe supérieure, et l'oxygène d'appoint est injecté sous forme d'une nappe intermédiaire située entre les deux autres nappes, à proximité de la nappe supérieure.

[0010] Les combustibles principal et auxiliaire et le comburant d'appoint se mélangent mal du fait de leur injection en nappes parallèles.

[0011] Par conséquent, le rendement de combustion

des combustibles à injecter est relativement faible, et on constate que la consommation de l'oxygène présent dans les fumées est également relativement faible.

[0012] Par ailleurs, l'ensemble du système d'injection est encombrant.

[0013] Les documents FR-1 385 061 et US 5,129,335 décrivent des injecteurs de brûleurs de combustibles dans lesquels il est nécessaire de refroidir la paroi extérieure de l'injecteur à l'aide d'un fluide de refroidissement.

[0014] L'invention a pour but de résoudre ces problèmes en fournissant des injecteurs améliorés, permettant, dans les procédés d'élaboration de clinker, d'améliorer le rendement de combustion des combustibles avec un encombrement réduit.

[0015] A cet effet, l'invention a pour objet un injecteur pour brûleur présentant un axe longitudinal, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble d'injection d'un combustible principal présentant une sortie de combustible principal, un ensemble d'injection d'un comburant présentant une sortie de comburant, et un ensemble d'injection d'un combustible auxiliaire présentant une sortie de combustible auxiliaire, et en ce que lesdits ensembles d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant sont coaxiaux et sont disposés radialement l'un autour de l'autre et en ce que l'ensemble (4) d'injection du combustible à plus faible pouvoir calorifique inférieur (PCI) est situé radialement à l'extérieur de l'injecteur (1).

[0016] Selon des modes particuliers de réalisation, l'injecteur peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- un ou chaque ensemble d'injection de combustible est un ensemble de pulvérisation dudit combustible qui comprend des moyens de canalisation dudit combustible, des moyens de canalisation d'un fluide de pulvérisation, et des moyens de pulvérisation reliés auxdits moyens de canalisation du combustible et du fluide de pulvérisation ;
- pour ledit ou chaque ensemble de pulvérisation de combustible, lesdits moyens de canalisation du combustible et du fluide de pulvérisation sont disposés radialement les uns autour des autres ;
- pour ledit ou chaque ensemble de pulvérisation de combustible, les moyens de canalisation du fluide de pulvérisation sont disposés autour des moyens de canalisation dudit combustible ;
- un ou chaque ensemble d'injection de combustible est monté dans l'injecteur de manière coulissante et réglable, par rapport à l'ensemble d'injection de comburant, entre au moins une position espacée et une position rapprochée, la sortie de combustible correspondante et la sortie de comburant étant respectivement espacées et rapprochées dans lesdites positions espacée et rapprochée ;
- le ou chaque ensemble d'injection de combustible

est amovible ;

- l'ensemble d'injection de comburant est disposé radialement entre l'ensemble d'injection de combustible principal et l'ensemble d'injection de combustible auxiliaire ;
- l'ensemble d'injection du combustible à plus faible pouvoir calorifique inférieur est situé radialement plus à l'extérieur de l'injecteur que l'ensemble d'injection du combustible à plus fort pouvoir calorifique inférieur ;
- l'injecteur comprend des moyens de mise en rotation, autour de l'axe longitudinal de l'injecteur, d'un ou de chaque combustible et/ou du comburant en sortie de l'ensemble d'injection correspondant ;
- lesdits moyens de mise en rotation comprennent des canaux de forme hélicoïdale par rapport audit axe longitudinal de l'injecteur ;
- lesdits canaux forment un angle avec l'axe longitudinal de l'injecteur compris entre environ 0 et 30° ;
- l'injecteur comprend un nez de pulvérisation qui présente des orifices calibrés et qui est monté en aval des sorties respectives des ensembles d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant; et
- des orifices calibrés du nez de pulvérisation définissent entre eux dans un plan longitudinal de l'injecteur un angle compris entre environ 20 et 120°.

[0017] L'invention a également pour objet un système d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant, comprenant une source de combustible principal, une source de combustible auxiliaire, une source de comburant, et au moins un injecteur, caractérisé en ce que l'injecteur est un injecteur tel que décrit ci-dessus, et en ce que les ensembles d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant de l'injecteur sont respectivement raccordés aux sources de combustibles principal et auxiliaire et de comburant.

[0018] En variante, un ou chaque ensemble d'injection de combustible est un ensemble de pulvérisation dudit combustible qui comprend des moyens de canalisation dudit combustible, des moyens de canalisation de fluide de pulvérisation, et des moyens de pulvérisation reliés auxdits moyens de canalisation dudit combustible et du fluide de pulvérisation, et le système d'injection comprend en outre au moins une source de fluide de pulvérisation raccordée auxdits moyens de canalisation du fluide de pulvérisation du ou de chaque ensemble de pulvérisation de combustible.

[0019] Par ailleurs, la source de comburant peut être une source de gaz comprenant entre 30 et 100 % d'oxygène.

[0020] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe lon-

gitudinale d'un injecteur selon l'invention,

- les figures 2 à 4 sont des vues analogues à la figure 1 illustrant différents éléments constitutifs de l'injecteur de la figure 1, et

- 5 - la figure 5 est une vue schématique partielle, en coupe longitudinale et agrandie, illustrant l'extrémité de sortie d'une variante de l'injecteur de la figure 1.

10 **[0021]** La figure 1 illustre un injecteur 1 pour un procédé d'élaboration de clinker par voie semi-sèche ou sèche.

[0022] Cet injecteur 1, de forme générale axisymétrique allongée d'axe X-X, comprend essentiellement un ensemble intérieur 2 d'injection d'un combustible principal liquide à fort PCI, un ensemble intermédiaire 3 d'injection de comburant et un ensemble extérieur 4 d'injection d'un combustible auxiliaire liquide à faible PCI.

15 **[0023]** Les ensembles 2, 3 et 4 sont sensiblement axisymétriques et coaxiaux.

[0024] L'ensemble extérieur d'injection 4 est disposé radialement à l'extérieur de l'ensemble intermédiaire d'injection 3 qui est lui-même situé radialement à l'extérieur de l'ensemble intérieur d'injection 2.

20 **[0025]** Comme représenté sur les figures 1 et 2, l'ensemble d'injection 2 du combustible principal comprend essentiellement un tube intérieur 5 de canalisation du combustible principal, une tête 6 de pulvérisation qui prolonge le tube 5 vers l'avant ou aval (vers la gauche sur les figures 1 et 2), et un tube extérieur 7 entourant extérieurement le tube 5.

30 **[0026]** La tête 6 présente un alésage central axial 8 communiquant avec l'intérieur du tube 5 et une collerette extérieure tronconique 9 percée de six alésages obliques 10, répartis régulièrement autour de l'axe X-X. Les alésages 10 débouchent dans l'alésage 8. Ces alésages 10 sont d'axes inclinés vers l'avant d'un même angle par rapport à l'axe X-X. Des embouts 11 amovibles à orifices calibrés sont introduits dans les alésages 10.

35 **[0027]** La tête 6 comprend également trois pions 12 en saillie radialement vers l'extérieur et situés axialement en arrière (vers la droite sur les figures 1 et 2) par rapport à la collerette 9. Ces pions 12 sont régulièrement répartis angulairement par rapport à l'axe X-X. L'extrémité avant ou aval du tube 7 prend appui, d'une part, axialement sur la collerette 9 et d'autre part, radialement sur les pions 12. Il est à noter que l'appui de l'extrémité avant du tube 7 sur la collerette 9 se fait selon des surfaces tronconiques inclinées par rapport à l'axe X-X ce qui assure l'étanchéité entre le tube 7 et la collerette 9.

40 **[0028]** Une bague 13, filetée intérieurement et fixée à l'extrémité arrière du tube 7, est vissée sur un tronçon arrière fileté 130 du tube 5. Cette bague 13 assure, avec la collerette 9 et les pions 12, le maintien de la position longitudinale et de la position radiale centrée du tube 5 par rapport au tube 7. Un joint d'étanchéité 131 est disposé entre la bague 13 et un épaulement extérieur an-

nulaire 132 du tube 5. Cet épaulement 132 est situé en avant du tronçon fileté 130 du tube 5.

[0029] Un raccord tubulaire 14 transversal est disposé à l'arrière du tube 7, légèrement en avant de la bague 13.

[0030] Les tubes 5 et 7 délimitent entre eux un passage 15 de canalisation de fluide de pulvérisation qui communique à l'avant avec les orifices des embouts 11, et donc avec l'alésage 8, et à l'arrière avec le raccord 14 grâce à un orifice 16 ménagé dans la paroi du tube 7.

[0031] Le tube intérieur 5 est prolongé vers l'arrière par un raccord tubulaire longitudinal 17.

[0032] L'ensemble intermédiaire 3 d'injection de comburant comprend essentiellement (figures 1 et 3) un tube 20, prolongé vers l'avant par une tête d'injection 21 et muni à l'arrière d'un dispositif de serrage 22.

[0033] Le tube 20 est également muni d'un raccord tubulaire 23 transversal situé légèrement en avant du dispositif de serrage 22.

[0034] La tête d'injection 21 présente un alésage central 24 communiquant avec l'intérieur du tube 20. L'alésage 24 est de section constante sauf dans un tronçon intermédiaire 25 où sa section converge vers l'avant.

[0035] Six rainures axiales 26, de section rectangulaire et régulièrement réparties angulairement autour de l'axe X-X, sont ménagées dans l'épaisseur de la tête 21.

[0036] Les rainures 26 sont ménagées radialement depuis l'extérieur de la tête 21 et débouchent, d'une part, dans la tranche avant de la tête d'injection 21 et, d'autre part, dans une rainure annulaire extérieure 27, de section en V et d'axe X-X, ménagée dans l'épaisseur de la tête 21. Cette rainure annulaire extérieure 27 est située sensiblement au même niveau axial que le tronçon intermédiaire convergent 25 de l'alésage 24.

[0037] La tête 21 est prolongée vers l'arrière par trois pattes intérieures 270 espacées régulièrement angulairement les unes des autres. Ces pattes 270 sont insérées à l'intérieur du tube 20. Ces pattes 270, plaquées contre la paroi du tube 20, sont traversées chacune par une vis transversale qui assure la solidarisation de la tête 21 et du tube 20. L'appui de l'extrémité avant du tube 20 sur la tête 21 se fait selon des surfaces tronconiques inclinées par rapport à l'axe X-X ce qui assure l'étanchéité entre le tube 20 et la tête 21.

[0038] Le dispositif de serrage 22 comprend essentiellement un embout 271 fileté extérieurement et solidaire de l'extrémité arrière du tube 20, un écrou 28 vissé sur l'extrémité arrière de l'embout 271, un anneau élastique fendu 29, une rondelle métallique non représentée, et un joint torique d'étanchéité 30. Le joint torique 30 prend appui sur un épaulement arrière intérieur 31 de l'embout 27. La rondelle métallique est placée entre le joint torique 30 et l'anneau élastique fendu 29 qui prend appui sur une lèvre annulaire intérieure arrière 32 de l'écrou 28 et l'anneau élastique fendu 29.

[0039] L'ensemble 2 d'injection de combustible principal est disposé de manière coulissante le long de l'axe X-X à l'intérieur de l'ensemble 3 d'injection de combu-

rant. Ainsi, un passage 35 de canalisation du comburant (figure 1) est délimité entre la tête 6 de pulvérisation de l'ensemble d'injection 2 et la tête 21 d'injection de l'ensemble d'injection 3, et entre le tube 7 de l'ensemble d'injection 2 et le tube 20 de l'ensemble d'injection 3. Ce passage 35 communique à l'arrière avec le raccord 23 de l'ensemble d'injection 3 par l'intermédiaire d'un orifice 36 ménagé dans la paroi du tube 7.

[0040] L'écrou 28 vissé sur l'embout 271 du dispositif de serrage 22 comprime, par l'intermédiaire de sa lèvre annulaire 32, de l'anneau élastique 29 et de la rondelle métallique, le joint torique 30 qui prend appui sur l'épaulement 31 de l'embout 27. Ainsi, le joint 30 est appliqué sur la surface extérieure du tube 7 en fixant ainsi la position axiale de l'ensemble 3 d'injection de comburant par rapport à l'ensemble 2 d'injection de combustible et en assurant ainsi l'étanchéité entre les tubes 7 et 20 à l'arrière de l'injecteur 1.

[0041] Les pattes 270 prennent appui radialement sur l'extrémité avant du tube 7 et assurent ainsi, avec le dispositif de serrage 22, le centrage de l'ensemble 2 d'injection de combustible principal dans l'ensemble 3 d'injection de comburant.

[0042] L'ensemble 4 d'injection du combustible auxiliaire comprend essentiellement (figures 1 et 4) un tube intérieur 40 de canalisation du combustible auxiliaire, une tête 41 de pulvérisation qui prolonge le tube 40 vers l'avant, et un tube extérieur 42 entourant extérieurement le tube 40.

[0043] La tête 41 est de forme générale tronconique convergeant vers l'avant. La tête 41 présente un alésage central axial 43, communiquant avec l'intérieur du tube 40, et six alésages obliques 44, régulièrement répartis angulairement, autour de l'axe X-X. Les alésages 44 sont inclinés vers l'avant d'un même angle par rapport à l'axe X-X et communiquent avec l'alésage central 43.

[0044] Des embouts 440 amovibles à orifices calibrés sont insérés dans les alésages 44. Une bague 46, filetée intérieurement et solidaire de l'extrémité arrière du tube 42, est vissée sur un tronçon intermédiaire du tube 40. L'extrémité avant du tube 42 prend appui axialement sur la tête 41 de pulvérisation.

[0045] Il est à noter que l'appui de l'extrémité avant du tube 42 sur la tête 41 se fait selon des surfaces tronconiques inclinées par rapport à l'axe X-X ce qui assure l'étanchéité entre le tube 42 et la tête 41.

[0046] Le tube 42 est muni d'un raccord tubulaire 47 transversal situé légèrement en avant de la bague 46.

[0047] Les tubes 40 et 42 délimitent entre eux un passage 48 de canalisation de fluide de pulvérisation. Ce passage 48 communique, d'une part, avec les orifices des embouts 440 et donc avec l'alésage 43, et, d'autre part, avec le raccord 47, grâce à un orifice 49 ménagé dans la paroi du tube 42.

[0048] Le tube 40 est muni à son extrémité arrière d'un raccord tubulaire 51 transversal puis d'un dispositif de serrage 52 analogue au dispositif 22 de l'ensemble 3 d'injection de comburant.

[0049] L'alésage central 43 de la tête de pulvérisation 41 est délimité par une paroi qui comprend un tronçon avant 53 de section constante, puis un tronçon intermédiaire 54 divergeant vers l'arrière, et enfin un tronçon arrière 55 de section constante.

[0050] L'ensemble 4 d'injection de combustible auxiliaire est disposé à l'extérieur de l'ensemble 3 d'injection de comburant de manière coulissante le long de l'axe X-X.

[0051] Le tronçon 53 de la tête de pulvérisation 41 prend appui sur l'extrémité avant de la tête d'injection 21 de l'ensemble 3 d'injection de comburant.

[0052] Les rainures axiales 26 de la tête d'injection 21 sont placées en regard des alésages 44 de la tête de pulvérisation 41 si bien que ces rainures 26 communiquent avec les orifices des embouts 440 insérés dans les alésages 44.

[0053] Les tubes 20 de l'ensemble 3 d'injection et 40 et de l'ensemble 4 d'injection délimitent entre eux un passage 57 (figure 1) de canalisation du combustible auxiliaire qui communique, d'une part, à l'arrière avec le raccord transversal 51 grâce à un orifice 58 ménagé dans la paroi du tube 40, et d'autre part, à l'avant avec la rainure annulaire extérieure 27 de la tête d'injection 21, et donc avec les rainures axiales 26 de cette tête 21.

[0054] Par ailleurs, comme dans le cas du dispositif de serrage 22, le joint d'étanchéité 30 du dispositif de serrage 52 est comprimé axialement pour prendre appui radialement sur la surface extérieure du tube 20. Ainsi, l'ensemble 3 d'injection de comburant est centré dans l'ensemble 4 d'injection de combustible auxiliaire et la position axiale relative de ces ensembles 3 et 4 est fixée.

[0055] Sur la figure 1, la tranche avant 60 de la tête de pulvérisation 6 de l'ensemble d'injection 2 est située axialement légèrement en arrière de la tranche avant 61 de la tête d'injection 21 de l'ensemble d'injection 3. Par ailleurs, la tranche 61 de la tête d'injection 21 est située sensiblement au même niveau axial que la tranche avant 62 de la tête de pulvérisation 41 de l'ensemble d'injection 4. Les tranches avant 60, 61 et 62 délimitant axialement les sorties des têtes 6, 21 et 41, ces sorties respectives porteront les mêmes références que les tranches correspondantes 60, 61 et 62.

[0056] L'injecteur 1 de la figure 1 est destiné à être disposé dans la paroi d'un dispositif de précalcination, par exemple une grille « Lepol ».

[0057] Une source 64 de déchets industriels liquides sous pression est alors raccordée au raccord axial 17 pour fournir le combustible principal. Ces déchets ont un PCI compris typiquement entre 6000 th/t et 10000 th/t. Une source 65 d'eaux industrielles polluées à faible PCI est raccordée au raccord transversal 51 pour fournir le combustible auxiliaire. Une source 66 d'oxygène sous pression est raccordée au raccord transversal 23 pour fournir le comburant, et une source 67 d'air sous pression est raccordée aux raccords transversaux 14 et 47 pour fournir les fluides de pulvérisation.

[0058] L'injecteur 1 et les sources 64 à 67 forment

alors un système d'injection 68.

[0059] En fonctionnement, l'air introduit par l'intermédiaire du raccord 14 dans le passage 15 vient se mélanger, après passage dans les orifices des embouts 11, au combustible principal à fort PCI au niveau de la tête de pulvérisation 6 en pulvérisant ce combustible. Le combustible principal est éjecté de la sortie 60 la tête 6 en un jet divergent de gouttelettes très fines. Ce jet vient impacter le bord intérieur 63 de la tranche 61 de la tête d'injection 21 de l'ensemble 3 d'injection de comburant.

[0060] L'oxygène introduit dans le raccord 23 circule dans le passage 35. Cet oxygène est ensuite éjecté de la tête 21 sous forme d'un jet entourant extérieurement le jet de combustible principal. Du fait des formes et des dispositions relatives de la tête de pulvérisation 6 et de la tête d'injection 21 l'oxygène circulant dans la tête 21 se mélange en partie au jet de combustible principal entre la sortie 60 de la tête 6 et la sortie 61 de la tête 21. En sortie de la sortie 61 de la tête 21, le mélange du combustible principal et du comburant se poursuit.

[0061] Le combustible à faible PCI introduit dans le raccord 51 est canalisé dans le passage 57 puis par les rainures axiales 26 de la tête d'injection 21. Dans ces rainures axiales 26, le combustible à faible PCI rencontre l'air sous pression introduit dans le raccord 49 puis canalisé dans le passage 48 et les orifices des embouts 440.

[0062] Le combustible à faible PCI est ainsi pulvérisé et sort des rainures axiales 26 sous forme d'un jet de très fines gouttelettes.

[0063] Le jet de combustible auxiliaire vient ensuite se mélanger aux jets d'oxygène et de combustible principal et une flamme est produite.

[0064] La flamme ainsi produite en sortie de l'injecteur 1 permet d'atteindre des bons rendements de combustion des combustibles à faible et à fort PCI et de réduire la quantité d'imbrûlés.

[0065] Ces bons rendements sont dus, d'une part, à l'injection intermédiaire de l'oxygène qui permet de créer au coeur de la flamme une flamme pilote, dopée à l'oxygène, qui crée un point chaud central, et d'autre part, du fait que les combustibles sont pulvérisés sous forme de jets coaxiaux de très fines gouttelettes qui se mélangent intimement.

[0066] En outre, on constate que, le combustible à faible PCI circulant à l'extérieur de l'injecteur 1, il n'est pas nécessaire de prévoir un système de refroidissement externe. En effet, le combustible à faible PCI joue le rôle de fluide de refroidissement en protégeant ainsi l'injecteur 1 et le revêtement réfractaire du dispositif de précalcination dans lequel l'injecteur 1 est monté.

[0067] Par ailleurs, l'injecteur selon l'invention est de montage et de démontage aisé et présente de nombreuses possibilités de réglage comme cela va maintenant être décrit.

[0068] En dévissant l'écrou 28 du dispositif de serrage 22, l'ensemble 2 d'injection de combustible principal peut coulisser librement à l'intérieur de l'ensemble 3

d'injection de comburant. Ainsi, la position de la sortie 60 de la tête de pulvérisation 6 par rapport aux sorties 61 et 62 de la tête d'injection 21 et de la tête de pulvérisation 41 peut être par exemple modifiée. En resserrant l'écrou 28, on peut alors fixer l'ensemble 2 d'injection de combustible dans une autre position par rapport à l'ensemble 3 d'injection de comburant, par exemple une position plus reculée de la sortie 60 par rapport à la sortie 61 ou une position plus rapprochée de ces sorties 60 et 61.

[0069] Il est également possible, après dévissage de l'écrou 28, de retirer complètement l'ensemble 2 d'injection de combustible principal du reste de l'injecteur 1. Ensuite, en dévissant la bague 13, on peut faire reculer le tube 7 par rapport au tube 5 et ainsi rendre accessibles les embouts 11 à orifices calibrés de la tête de pulvérisation 6 pour les déboucher ou les changer.

[0070] De manière analogue, en dévissant l'écrou 28 du dispositif de serrage 52, on peut modifier la position de l'ensemble 3 d'injection de comburant par rapport à l'ensemble 4 d'injection de combustible auxiliaire, voire retirer complètement l'ensemble 3 de l'ensemble 4.

[0071] Ainsi, il est possible par resserrage de l'écrou 28 du dispositif de serrage 52 de solidariser les ensembles 3 et 4 d'injection dans une position où la sortie 61 de la tête 21 est, par exemple, reculée par rapport à la sortie 62 de la tête 41.

[0072] Si l'ensemble 3 est complètement retiré de l'ensemble 4, il est possible par dévissage des vis des pattes 270 de changer la tête d'injection 21 qui prolonge le tube 20.

[0073] Enfin, il est possible, par dévissage de la bague 46, de faire reculer le tube 42 par rapport au tube 40 pour venir déboucher ou changer les embouts 440 à orifices calibrés de la tête de pulvérisation 41.

[0074] On peut donc effectuer facilement les opérations de maintenance usuelles comme le débouchage des orifices de passage des différents fluides ainsi que les modifications des caractéristiques des têtes 26, 21 et 41 ou des positions relatives de leurs sorties respectives 60, 61 et 62.

[0075] En particulier, la modification des embouts 11 et 440 permet de régler les vitesses de sortie des fluides de pulvérisation et donc d'optimiser la taille des gouttelettes des combustibles en sortie de l'injecteur 1.

[0076] Il est possible d'utiliser, comme fluides de pulvérisation, de l'air comprimé, de la vapeur ou tout autre fluide. Le débit massique de chaque fluide de pulvérisation est de préférence compris entre 5 et 20 % du débit massique du combustible liquide correspondant à pulvériser.

[0077] Selon une variante, on utilise, à la place de la source commune 67, deux sources séparées raccordées respectivement aux raccords 14 et 47. Ces deux sources peuvent être des sources de fluides de pulvérisation différents.

[0078] Dans l'exemple décrit, l'oxygène injecté par l'ensemble 3 d'injection sert uniquement d'appoint pour

atteindre la stoechiométrie des réactions de combustion et doper la flamme produite. Toutefois, pour certaines applications, cet oxygène injecté par l'ensemble 3 d'injection peut assurer à lui tout seul la stoechiométrie des réactions de combustion.

[0079] De manière plus générale, le comburant sera un gaz comprenant entre 30 et 100 % d'oxygène.

[0080] Selon une variante non représentée, les rainures 26 peuvent avoir une forme hélicoïdale par rapport à l'axe X-X pour conférer un mouvement hélicoïdal au combustible auxiliaire pulvérisé. L'angle formé entre les rainures 26 et l'axe X-X est alors de préférence compris entre 0 et 30°. Cette caractéristique permet d'améliorer encore le mélange des combustibles et du comburant.

[0081] De manière analogue des ailettes (non représentées) de forme hélicoïdale par rapport à l'axe X-X peuvent être prévues à l'extérieur de la tête 6 en avant de la collerette 9 pour conférer un mouvement hélicoïdal au comburant circulant entre la tête de pulvérisation 6 et la tête d'injection 21.

[0082] La disposition concentrique de l'injecteur permet d'atteindre un mélange des jets de pulvérisation et une injection globale satisfaisante, avec un encombrement réduit et, si nécessaire, des débits importants de combustibles.

[0083] La figure 5 illustre une variante de l'injecteur 1 de la figure 1 selon laquelle les têtes de pulvérisation 6 et 41 ont été modifiées et dans lesquelles un nez de pulvérisation finale 70 a été adjoint à l'extrémité avant de l'injecteur 1.

[0084] Des embouts 71 à orifices calibrés sont maintenant disposés dans quatorze alésages transversaux 72 ménagés dans la paroi de la tête 6 de pulvérisation en arrière de la collerette 9. Les alésages 72 sont répartis en deux couronnes de sept alésages répartis régulièrement angulairement autour de l'axe X-X. Les deux couronnes d'alésages 72 sont décalées axialement et angulairement l'une de l'autre.

[0085] Les pions 12 sont maintenant disposés à l'extrémité avant du tube 5.

[0086] De même des embouts 74 à orifices calibrés sont maintenant disposés dans quatorze alésages transversaux 75 ménagés dans la paroi de la tête 41 de pulvérisation en arrière du tronçon convergent 54 délimitant partiellement l'alésage 43 de la tête 41.

[0087] Les alésages 74 sont répartis en deux couronnes de sept alésages répartis régulièrement angulairement autour de l'axe X-X. Les deux couronnes d'alésages 74 sont décalés axialement et angulairement l'une de l'autre.

[0088] Le nez de pulvérisation finale 70 comprend un tube 76 d'axe X-X fermé à son extrémité avant par une paroi transversale 77. L'extrémité arrière du tube 76 est prolongée vers l'arrière et radialement vers l'extérieur par un anneau 78 d'axe X-X, dont la surface intérieure 79 tronconique prend appui sur la surface radialement extérieure 80 tronconique de la tête de pulvérisation 41. Un système de blocage 81, vissé sur l'extrémité avant

du tube 42 de l'ensemble d'injection 4, vient pousser axialement, par l'intermédiaire de vis axiales 82, l'anneau 78 sur la tête de pulvérisation 41 en assurant ainsi l'étanchéité entre la sortie de l'injecteur 1 et le nez de pulvérisation finale 70.

[0089] La paroi 77 présente deux alésages 84 obliques, taraudés et situées dans un même plan passant par l'axe X-X. Des embouts interchangeable 85 à orifices 86 calibrés sont vissés dans les alésages 84. Les axes des alésages 84 divergent vers l'avant par rapport à l'axe X-X.

[0090] La présence des embouts 71 et 74 à perçages calibrés offrent des possibilités supplémentaires de réglage des caractéristiques de la pulvérisation des combustibles principal et auxiliaire. En effet, il est possible de boucher certains de ces embouts 71 et 74 ou de les changer pour ajuster les caractéristiques des pulvérisations obtenues en fonction des besoins.

[0091] Par ailleurs, le nez de pulvérisation permet d'obtenir un jet de pulvérisation global divergent et ainsi une consommation plus importante des molécules d'oxygène contenues dans les fumées présentes dans le dispositif de précalcination. L'angle formé entre les axes des alésages 84 et l'axe X-X peut être compris entre 10 et 60°.

[0092] D'une manière plus générale, l'injecteur selon l'invention peut être utilisé également dans les industries d'élaboration de la chaux, de la dolomie mais aussi dans les incinérateurs d'eaux industrielles usées ou les installations de retraitement de déchets radioactifs.

Revendications

1. Injecteur (1) pour brûleur présentant un axe longitudinal, lequel injecteur comprend un ensemble (2) d'injection d'un combustible principal présentant une sortie de combustible principal (60), un ensemble (3) d'injection d'un comburant présentant une sortie de comburant (61), et un ensemble (4) d'injection d'un combustible auxiliaire présentant une sortie de combustible auxiliaire (62), lesdits ensembles (2, 3, 4) d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant étant coaxiaux et disposés radialement l'un autour de l'autre et l'ensemble (4) d'injection du combustible à plus faible pouvoir calorifique inférieur (PCI) étant situé radialement à l'extérieur de l'injecteur (1).
2. Injecteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** ou chaque ensemble (2, 4) d'injection de combustible est un ensemble de pulvérisation dudit combustible qui comprend des moyens (5, 40) de canalisation dudit combustible, des moyens (7, 42) de canalisation d'un fluide de pulvérisation, et des moyens (6, 41) de pulvérisation reliés auxdits moyens de canalisation du combustible et du fluide de pulvérisation.
3. Injecteur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, pour ledit ou chaque ensemble (2, 4) de pulvérisation de combustible, lesdits moyens (5, 7, 40, 42) de canalisation du combustible et du fluide de pulvérisation sont disposés radialement les uns autour des autres.
4. Injecteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, pour ledit ou chaque ensemble (2, 4) de pulvérisation de combustible, les moyens (57, 42) de canalisation du fluide de pulvérisation sont disposés autour des moyens (5, 40) de canalisation dudit combustible.
5. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'un** ou chaque ensemble (2, 4) d'injection de combustible est monté dans l'injecteur (1) de manière coulissante et réglable, par rapport à l'ensemble (3) d'injection de comburant, entre au moins une position espacée et une position rapprochée, la sortie de combustible (60, 62) correspondante et la sortie de comburant (61) étant respectivement espacées et rapprochées dans lesdites positions espacée et rapprochée.
6. Injecteur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le ou chaque ensemble (2, 4) d'injection de combustible est amovible.
7. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'ensemble (3) d'injection de comburant est disposé radialement entre l'ensemble (2) d'injection de combustible principal et l'ensemble (4) d'injection de combustible auxiliaire.
8. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (63) de mise en rotation, autour de l'axe longitudinal (X-X) de l'injecteur (1), d'un ou de chaque combustible et/ou du comburant en sortie (62) de l'ensemble d'injection (4) correspondant.
9. Injecteur selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de mise en rotation comprennent des canaux (63) de forme hélicoïdale par rapport audit axe longitudinal (X-X) de l'injecteur (1).
10. Injecteur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** lesdits canaux (63) forment un angle avec l'axe longitudinal (X-X) de l'injecteur (1) compris entre environ 0 et 30°.
11. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend un nez de pulvérisation (70) qui présente des orifices calibrés (86) et qui est monté en aval des sorties

(60, 61, 62) respectives des ensembles (2, 3, 4) d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant.

12. Injecteur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** des orifices calibrés (86) du nez de pulvérisation (70) définissent entre eux dans un plan longitudinal de l'injecteur (1) un angle compris entre environ 20 et 120°.
13. Système d'injection (68) de combustibles principal et auxiliaire et de comburant, comprenant une source (64) de combustible principal, une source (65) de combustible auxiliaire, une source (66) de comburant, et au moins un injecteur (1), **caractérisé en ce que** l'injecteur est un injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, et **en ce que** les ensembles (2, 3, 4) d'injection de combustibles principal et auxiliaire et de comburant de l'injecteur sont respectivement raccordés aux sources (64, 65, 66) de combustibles principal et auxiliaire et de comburant.
14. Système d'injection selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'un** ou chaque ensemble (2, 4) d'injection de combustible est un ensemble de pulvérisation dudit combustible qui comprend des moyens (5, 40) de canalisation dudit combustible, des moyens (7, 42) de canalisation de fluide de pulvérisation, et des moyens (6, 41) de pulvérisation reliés auxdits moyens de canalisation dudit combustible et du fluide de pulvérisation, et **en ce que** le système d'injection (68) comprend en outre au moins une source (67) de fluide de pulvérisation raccordée auxdits moyens (7, 42) de canalisation du fluide de pulvérisation du ou de chaque ensemble (2, 4) de pulvérisation de combustible.
15. Système d'injection selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** la source de comburant est une source de gaz comprenant entre 30 et 100 % d'oxygène.

Patentansprüche

1. Einspritzdüse (1) für einen Brenner, die eine Längsachse aufweist, wobei die Einspritzdüse eine Einheit (2) zum Einspritzen eines Hauptbrennstoffs mit einem Ausgang für Hauptbrennstoff (60), eine Einheit (3) zum Einspritzen eines Sauerstoffträgers mit einem Ausgang für den Sauerstoffträger (61) und eine Einheit (4) zum Einspritzen eines Hilfsbrennstoffs mit einem Ausgang für Hilfsbrennstoff (62) aufweist, wobei die Einheiten (2, 3, 4) zum Einspritzen von Haupt- und Hilfsbrennstoff und Sauerstoffträger koaxial sind und radial umeinander angeordnet sind, und die Einheit (4) zum Einspritzen des

Brennstoffs mit unterem Heizwert (PCI) radial außerhalb der Einspritzdüse (1) liegt.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Brennstoffeinspritzeinheit (2, 4) eine Einheit zur Zerstäubung des Brennstoffs ist, die Mittel (5, 40) zur Leitung des Brennstoffs, Mittel (7, 42) zur Leitung eines Zerstäubungsfluids und Mittel (6, 41) zur Zerstäubung umfasst, die mit den Mitteln zur Leitung des Brennstoffs und des Zerstäubungsfluids verbunden sind.
3. Einspritzdüse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die oder jede Brennstoffzerstäubungseinheit (2, 4) die Mittel (5, 7, 40, 42) zur Leitung des Brennstoffs und des Zerstäubungsfluids radial umeinander angeordnet sind.
4. Einspritzdüse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die oder jede Brennstoffzerstäubungseinheit (2, 4) die Mittel (57, 42) zur Leitung des Zerstäubungsfluids um Mittel (5, 40) zur Leitung des Brennstoffs angeordnet sind.
5. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder jede Brennstoffzerstäubungseinheit (2, 4) in der Einspritzdüse (1) relativ zu der Sauerstoffträger-einspritzeinheit (3) auf gleitende und zwischen zumindest einer beabstandeten Position und einer angenäherten Position einstellbare Weise montiert sind, wobei der entsprechende Brennstoffausgang (60, 62) und der Sauerstoffträgerausgang (61) in der beabstandeten und der angenäherten Position beabstandet beziehungsweise angenähert sind.
6. Einspritzdüse nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oder jede Brennstoffeinspritzeinheit (2, 4) abnehmbar ist.
7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstoffträger-einspritzeinheit (3) radial zwischen der Hauptbrennstoffeinspritzeinheit (2) und der Hilfsbrennstoffeinspritzeinheit (4) angeordnet ist.
8. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel (63) zum in Drehung Versetzen eines oder jedes Brennstoffs und/oder des Sauerstoffträgers um die Längsachse (X-X) der Einspritzdüse (1) am Ausgang (62) des entsprechenden Einspritzeinheit (4) umfasst.
9. Einspritzdüse nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum in Drehung Versetzen Kanäle (63) mit Schraubenform relativ zur Längsachse (X-X) der Einspritzdüse (1) umfassen.

10. Einspritzdüse nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanäle (63) einen Winkel mit der Längsachse (X-X) der Einspritzdüse (1) bilden, der zwischen etwa 0 und 30° liegt.
11. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Zerstäubungskopf (70) mit kalibrierten Öffnungen (86) umfasst, der stromabwärts von den jeweiligen Ausgängen (60, 61, 62) der Einspritzeinheiten (2, 3, 4) für Haupt- und Hilfsbrennstoff und Sauerstoffträger angebracht sind.
12. Einspritzdüse nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kalibrierten Öffnungen (86) des Zerstäubungskopfs (70) in einer Längsebene der Einspritzdüse (1) miteinander einen Winkel zwischen etwa 20 und 120° definieren.
13. Einspritzsystem (68) für Haupt- und Hilfsbrennstoff und einen Sauerstoffträger mit einer Quelle (64) für Hauptbrennstoff, einer Quelle (65) für Hilfsbrennstoff, einer Quelle (66) für einen Sauerstoffträger und zumindest einer Einspritzdüse (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspritzdüse eine Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ist und dass die Einheiten (2, 3, 4) zum Einspritzen von Haupt- und Hilfsbrennstoff und Sauerstoffträger der Einspritzdüse jeweils an die Quellen (64, 65, 66) für Haupt- und Hilfsbrennstoff und Sauerstoffträger angeschlossen sind.
14. Einspritzsystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder jede Brennstoffeinspritzeinheit (2, 4) eine Einheit zur Zerstäubung des Brennstoffs ist, die Mittel (5, 40) zur Leitung des Brennstoffs, Mittel (7, 42) zur Leitung des Zerstäubungsfluids und Mittel (6, 41) zur Zerstäubung umfasst, die an die Mittel zur Leitung des Brennstoffs und des Zerstäubungsfluids angeschlossen sind, und dass das Einspritzsystem (68) außerdem eine Quelle (67) für Zerstäubungsfluid umfasst, die an die Mittel (7, 42) zur Leitung des Zerstäubungsfluids der oder jeder Brennstoffzerstäubungseinheit (2, 4) angeschlossen ist.
15. Einspritzsystem nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sauerstoffträgerquelle eine Gasquelle ist, die zwischen 30 und 100% Sauerstoff enthält.

Claims

1. Injector (1) for a burner having a longitudinal axis, which injector comprises an assembly (2) for injecting a main fuel, exhibiting a main-fuel outlet (60), an assembly (3) for injecting an oxidizer, exhibiting

an oxidizer outlet (61), and an assembly (4) for injecting an auxiliary fuel, exhibiting an auxiliary-fuel outlet (62), the said assemblies (2, 3, 4) for injecting the main and auxiliary fuels and the oxidizer being coaxial and arranged radially one around the other and the assembly (4) for injecting the fuel with the lower lower calorific value (LCV) being located radially on the outside of the injector (1).

2. Injector according to Claim 1, **characterized in that** one or each fuel-injection assembly (2, 4) is an assembly for atomizing the said fuel which comprises means (5, 40) for routing the said fuel, means (7, 42) for routing an atomization fluid, and atomization means (6, 41) connected to the said means for routing the fuel and the atomization fluid.

3. Injector according to Claim 2, **characterized in that**, for the said or each fuel-atomization assembly (2, 4), the said means (5, 7, 40, 42) for routing the fuel and the atomization fluid are arranged radially around each other.

4. Injector according to Claim 3, **characterized in that**, for the said or each fuel-atomization assembly (2, 4), the means (57, 42) for routing the atomization fluid are arranged around the means (5, 40) for routing the said fuel.

5. Injector according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** one or each fuel-injection assembly (2, 4) is mounted in the injector (1) so that it can slide and be adjusted, with respect to the oxidizer-injection assembly (3), between at least one separated position and one close position, the corresponding fuel outlet (60, 62) and the oxidizer outlet (61) being respectively separated from each other and close together in the said separated and close positions.

6. Injector according to Claim 5, **characterized in that** the or each fuel-injection assembly (2, 4) is removable.

7. Injector according to any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the oxidizer-injection assembly (3) is arranged radially between the assembly (2) for injecting the main fuel and the assembly (4) for injecting the auxiliary fuel.

8. Injector according to any one of Claims 1 to 7, **characterized in that** it comprises means (63) for causing one or each fuel and/or the oxidizer leaving (62) the corresponding injection assembly (4) to rotate about the longitudinal axis (X-X) of the injector (1).

9. Injector according to Claim 8, **characterized in that** the said rotation-inducing means comprise chan-

nels (63) which are in a helical shape with respect to the said longitudinal axis (X-X) of the injector (1).

10. Injector according to Claim 9, **characterized in that** the said channels (63) make an angle of between about 0 and 30° with the longitudinal axis (X-X) of the injector (1). 5

11. Injector according to any one of Claims 1 to 9, **characterized in that** it comprises an atomization tip (70) which has calibrated orifices (86) and which is mounted downstream of the respective outlets (60, 61, 62) of the assemblies (2, 3, 4) for injecting the main and auxiliary fuels and for injecting the oxidizer. 10
15

12. Injector according to Claim 11, **characterized in that** calibrated orifices (86) of the atomization tip (70) define between them, in a longitudinal plane of the injector (1), an angle of between about 20 and 120°. 20

13. System (68) for injecting main fuel and auxiliary fuel and oxidizer, comprising a source (64) of main fuel, a source (65) of auxiliary fuel, a source (66) of oxidizer, and at least one injector (1), **characterized in that** the injector is an injector according to any one of Claims 1 to 12 and **in that** the assemblies (2, 3, 4) for injecting the main and auxiliary fuels and the oxidizer of the injector are connected respectively to the sources (64, 65, 66) of main and auxiliary fuel and of oxidizer. 25
30

14. Injection system according to Claim 13, **characterized in that** one or each fuel-injection assembly (2, 4) is an assembly for atomizing the said fuel which comprises means (5, 40) for routing the said fuel, means (7, 42) for routing atomization fluid, and atomization means (6, 41) connected to the said means for routing the said fuel and the atomization fluid, and **in that** the injection system (68) further comprises at least one source (67) of atomization fluid connected to the said means (7, 42) for routing the atomization fluid of the or each fuel-atomization assembly (2, 4). 35
40
45

15. Injection system according to Claim 13 or 14, **characterized in that** the source of oxidizer is a source of gas containing between 30 and 100% oxygen. 50

55

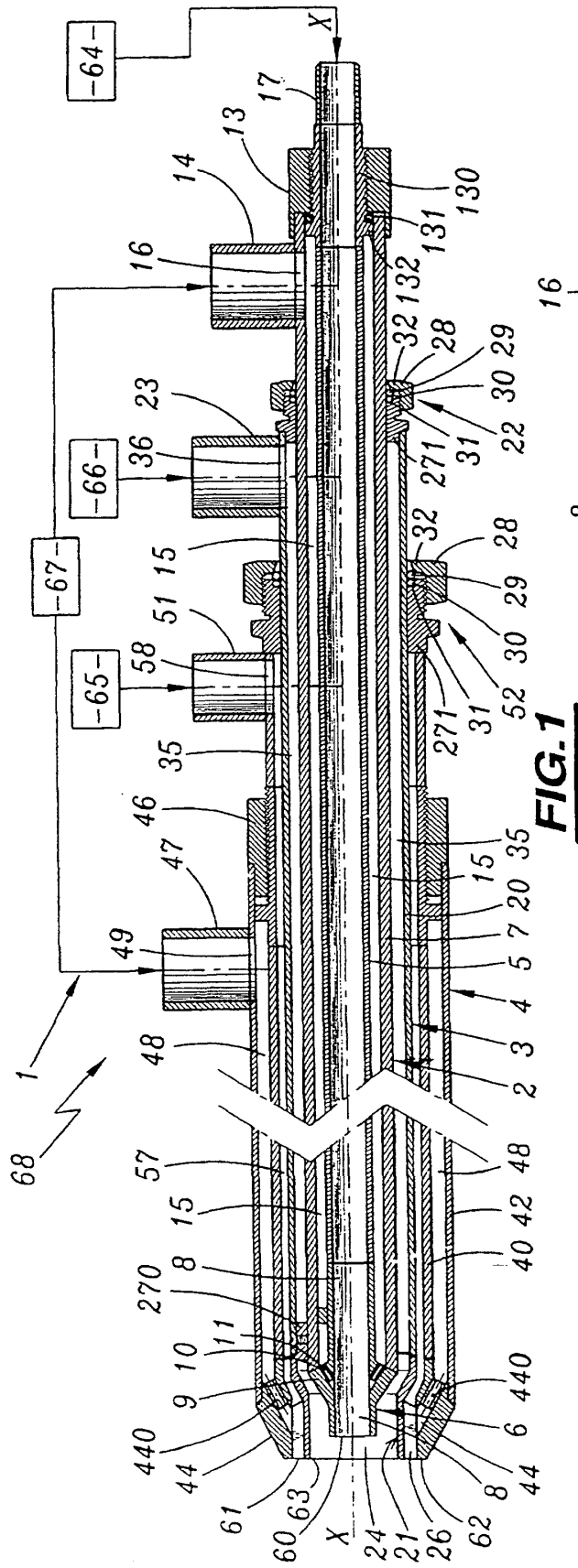


FIG. 1

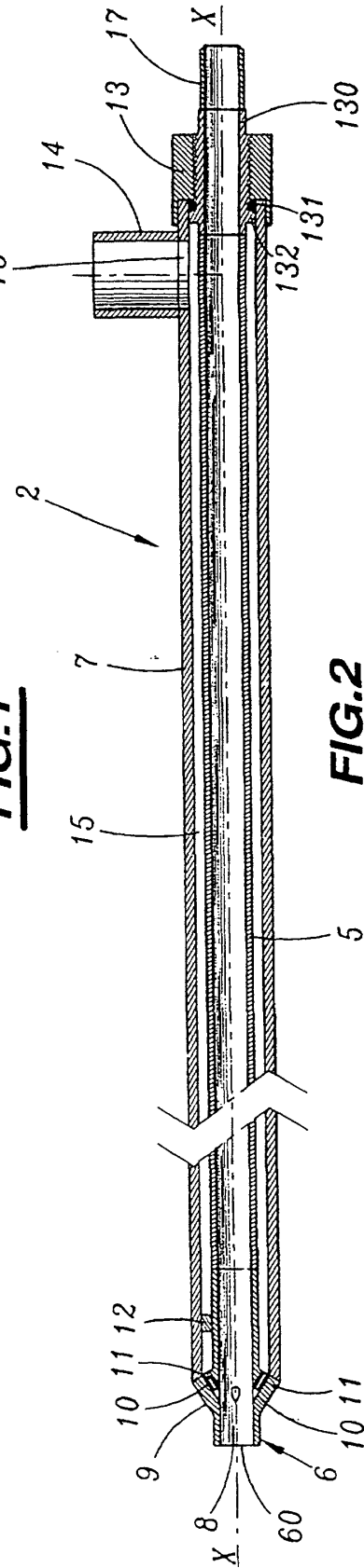
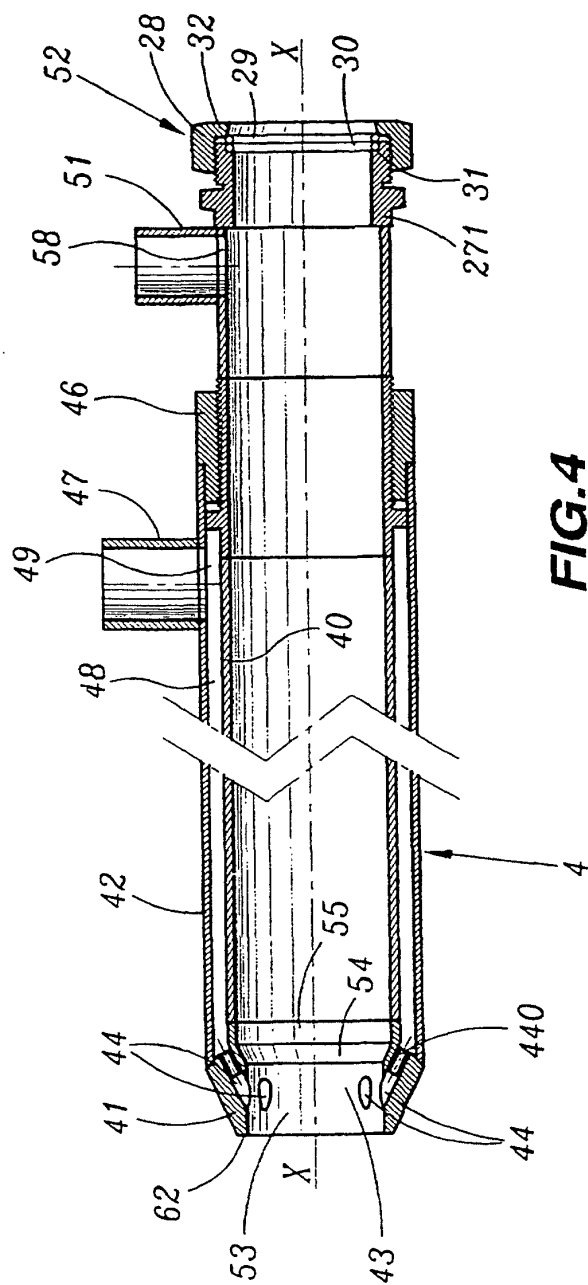
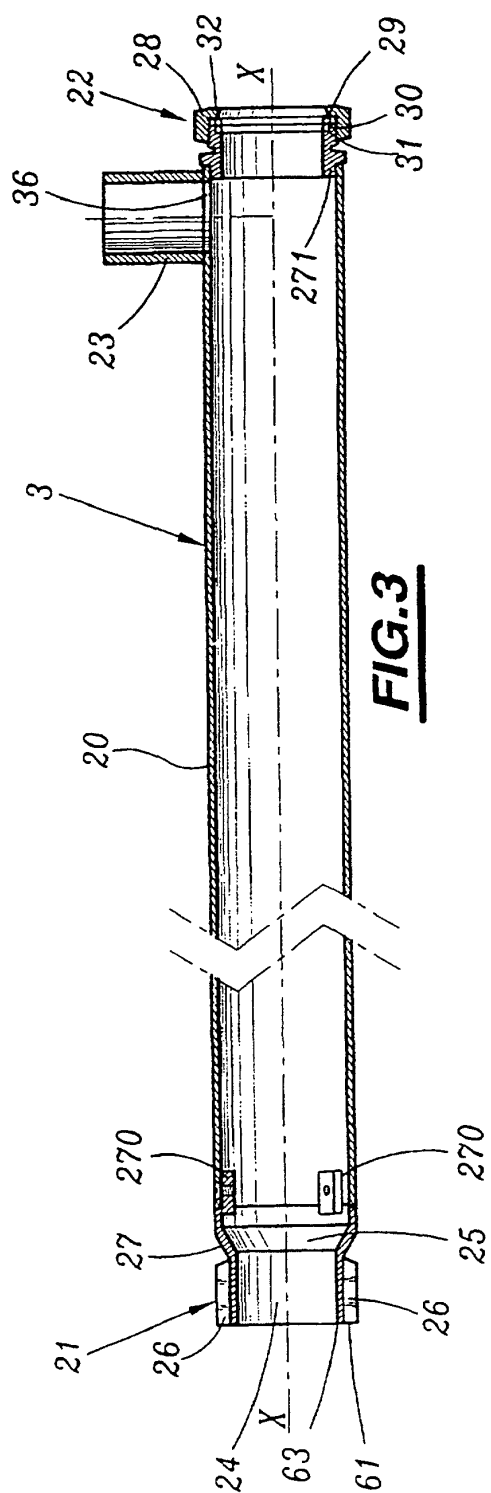


FIG. 2



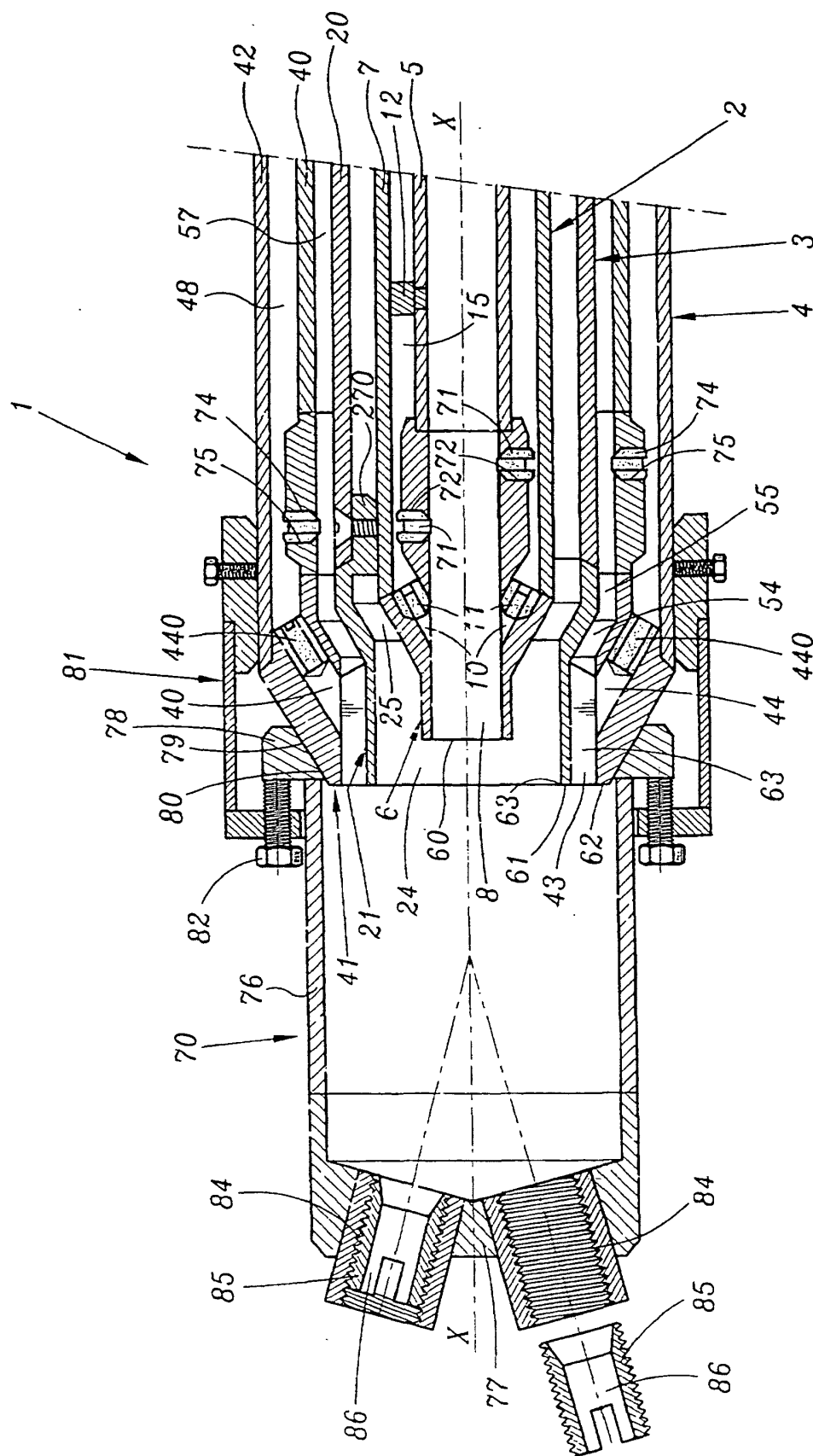


FIG. 5