

①9



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

①1

Veröffentlichungsnummer:

**0 111 874
B1**

①2

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④5

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
22.04.87

⑤1

Int. Cl.⁴: **F 23 D 1/02**

②1

Anmeldenummer: **83112521.6**

②2

Anmeldetag: **13.12.83**

⑤4

Einrichtung zum Verbrennen insbesondere von reaktionsträgem Kohlenstaub.

③0

Priorität: **15.12.82 DE 3246379**

④3

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.06.84 Patentblatt 84/26

④5

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.04.87 Patentblatt 87/17

⑧4

Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB NL

⑤6

Entgegenhaltungen:
**WO - A - 82/03261
DE - A - 2 527 618
GB - A - 616 300
US - A - 1 910 735
US - A - 4 043 512**

⑦3

Patentinhaber: **Gewerkschaft Sophia-Jacoba
Steinkohlenbergwerk, Postfach 1320,
D-5142 Hückelhoven (DE)**

⑦2

Erfinder: **Buss, Dietrich, Barbarastrasse 20,
D-5180 Eschweiler (DE)**
Erfinder: **Brücher, Klaus, Dipl.-Ing., Edelweissweg 10,
D-5142 Hückelhoven (DE)**
Erfinder: **Wenz, Wilhelm, Ing. grad., Ehlersstrasse 19,
D-5142 Hückelhoven (DE)**

⑦4

Vertreter: **Wangemann, Horst, Dipl.-Ing.,
Stresemannstrasse 28, D-4000 Düsseldorf (DE)**

EP 0 111 874 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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 geht von einer Einrichtung zum Verbrennen von Kohlenstaub nach dem ersten Teil des Patentanspruches 1 aus.

Durch die DE-A 2 527 618 ist eine solche Einrichtung bekannt. – Die US-A 1 919 735 beschreibt einen Kohlenstaubbrenner, dessen Brennkammer der Kohlenstaub mit Hilfe von Luft in einer axialen Führung schraubenlinienförmig zugeführt wird, während in die Brennkammerwand tangential Luftzuführungsleitungen münden, deren Luft die innere Drallströmung der axialen schraubenlinienförmigen Staubzuführung umschliesst.

Zum Entstauben von Luftströmungen sind ferner Drehströmungsentstauber bekannt, bei denen einer inneren in Drallbewegung versetzten Luftströmung eine gleichsinnige, jedoch entgegengesetzte Luftströmung überlagert wird, so dass bei einem stehenden Entstauber die gereinigte Luft in Achsnähe des Entstaubers nach oben entweichen kann, während der durch die Fliehkräfte nach aussen bewegte Staub durch die zusätzliche schraubenlinienförmige Luftströmung und die Schwerkraft nach unten geleitet wird und am unteren Ende der Vorrichtung abgezogen werden kann (VDI-Berichte Nr. 363, 1980, S. 61–68 und «Staub» 23, 1953, Nr. 11, S. 491–509). – Auch hat es nicht an Versuchen gefehlt, das Prinzip dieses Drehströmungsentstaubers für einen Kohlenstaubbrenner nutzbar zu machen. (VDI-Berichte 146/1970). Alleine die Bemühungen erfüllten nicht die gehegten Erwartungen; während des Betriebes stellten sich unterschiedliche Ergebnisse ein, die den Gehalt an Unverbranntem in der Asche stark schwanken liessen. – Es wurde festgestellt, dass bei Beginn der Benutzung, d.h. nach Stillstand der Einrichtung eine gewisse Zeit verging bis bessere Ergebnisse erzielt werden konnten. Es darf angenommen werden, dass die Innenwandtemperaturen der Einrichtung nach dem Stillstand und während längerer Benutzung so starken Schwankungen unterworfen waren, dass dieses schwankende Ergebnis aufkam. Hinzu trat noch der oft unterschiedliche Feuchtigkeitsgehalt der Kohle, der unterschiedliche Gehalt an flüchtigen Bestandteilen und an Asche bei Kohlemischungen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Einrichtung nach dem ersten Teil des Patentanspruches 1 dahingehend zu verbessern, dass das Mass des Ausbrandes, d.h. der Anteil an Verbranntem in der Asche, unter Berücksichtigung der Schwankungen der Innenwandtemperaturen, des Feuchtigkeitsgehaltes und des Aschegehaltes erhöht und damit der Wirkungsgrad gesteigert wird, so dass auch die gewonnene Asche noch anderweitig verwertet werden kann, so z.B. in der Zementindustrie, wenn die ausgetragene Asche einen Gehalt an brennbaren Bestandteilen nicht übersteigt. Ferner soll hierbei die Baulänge gegenüber bekannten Vorrichtungen verringert werden; die Asche soll leicht aus der Vorrichtung gesammelt und abgeführt wer-

den können und es soll eine wirksame Entschwefelung und/oder eine andersartige Befreiung der Rauchgase von unerwünschten Gasen und Bestandteilen möglich sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruches 1 vor. Die Merkmale der abhängigen Ansprüche dienen der Verbesserung und Weiterentwicklung des Gegenstandes von Anspruch 1.

Der Vorteil des Erfindungsgegenstandes gegenüber dem Stande der Technik ist darin zu sehen, dass die aus der Brennermuffel austretende Flamme ihre zylindrische oder konische Form mit dem Durchmesser in der zylindrischen oder konischen Beschleunigungskammer beibehält, den sie beim Austritt aus der Brennermuffel besitzt. Hierdurch ergibt sich zwischen dem Flammenumfang und der Wand der im Durchmesser erweiterten Beschleunigungskammer ein Mantelraum, in welchem das schraubenlinienförmige Zurückzirkulieren gegen das vordere Ende der Einrichtung der durch die Zentrifugalkräfte aus der Verbrennungsluftströmung ausgetretenen teilweise noch unverbrannten Staubteilchen und der Asche erfolgen kann, die die Flamme unmittelbar umgeben.

Das Befreien von Rauchgasen von unerwünschten Gasen oder Bestandteilen durch Additive ist bekannt. Zum Entschwefeln wird z.B. Kalk in den Verbrennungsraum gegeben. – Die Erfindung bietet die Möglichkeit, die Additive in der Menge wahlweise und unterschiedlich über die Länge der Beschleunigungskammer, d.h. an der günstigsten Stelle und zwar in Verbindung mit dem den Düsen zugeführten Gas, zugeben zu können.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung dargestellt und zwar zeigt

Fig. 1 Längsschnitte durch die Brennermuffel und die Beschleunigungskammer

Fig. 2 und 3 Schnitte nach den Linien II–II und III–III der Fig. 1 mit den Anschlussleitungen der Düsen der Beschleunigungskammer.

Die Einrichtung nach der Erfindung weist eine Brennermuffel 1 auf, die konisch gestaltet ist und von ihrem vorderen Ende 2 zu ihrem hinteren Ende bei 3 sich erweitert. Das vordere Ende 2 weist eine Dralleinrichtung 4 auf, in der die über die Leitung 5 einzuführende Verbrennungsluft tangential in die Muffel 1 eingeführt und in einer schraubenlinienförmigen Drallströmung 6 in der Muffel versetzt wird.

Die weiteren Einrichtungen, wie die Zündeinrichtung usw. sind nicht im einzelnen dargestellt und bekannter Art.

Durch die Brennermuffel 1 ragt in deren Längsachse eine rohrförmige Blaslanze 7, die an ihrem hinteren Ende, d.h. in Nähe des hinteren Endes der Muffel 3, einen kappenartigen Teil 8 trägt, der bewirkt, dass die Richtung der Förderluft für den

Kohlenstaub und der Kohlenstaub selbst in der Blaslanze 7 (vgl. Pfeil 7a) umgekehrt werden und in Richtung der Pfeile 9 aus dem kappenartigen Teil austreten. Hierdurch tritt um die Lanze 7 herum eine Umlaufströmung des Kohlenstaubes und der Förderluft in Richtung der Pfeile 10 auf, deren aussenliegender Strömungsteil 10a von der Strömung 6 der Verbrennungsluft erfasst und schraubenlinienförmig mitgenommen wird, während der restliche Teil 10b längs der Lanze 7 gegen das vordere Muffelende strömt.

Die Verbrennungsluft tritt aus der Muffel 1 in eine Beschleunigerkammer 11 über, wobei die schraubenlinienförmige Drallbewegung der Verbrennungsluft als innere Drallströmung 12 längs der ausgezogenen Linie beibehalten wird. Innerhalb dieser Strömung in der Beschleunigerkammer bildet sich die Flamme 13 aus, die z.B. in den Kesselraum 14 des nachgeschalteten Kessels 15 ragt. – Die Beschleunigerkammer 11 weist in dargestelltem Beispiel konische Gestalt auf, wobei sich die Wand 16 der Beschleunigerkammer 11 von ihrem vorderen Ende zu ihrem hinteren Ende 17 verjüngt. Der Querschnitt der Beschleunigerkammer 11 ist am Übergang zwischen der Muffel 1 und der Beschleunigerkammer grösser gehalten als der Querschnitt am hinteren Ende 3 der Brennermuffel 1. Hierdurch wird einerseits ein Ringkanal 18, andererseits, eine mantelartige Erweiterung 19 der Beschleunigerkammer gebildet.

In Längsrichtung der Beschleunigerkammer 11 sind in den aufeinander folgenden Querschnittsebenen A bis E, die gleichen oder annähernd gleichen Abstand voneinander haben können, tangential in die Wand 16 der Beschleunigerkammer 11 fest eingesetzte Luft- oder Gasdüsen eingeordnet, die in Fig. 1 die Bezugsziffern 20–27 tragen und deren Anordnung untenstehend noch näher erläutert wird. Aus den Düsen 26, 27 und 24, 25 der Querschnittsebene an D und E treten Luft- oder Gasstrahlen in Dreh- oder Rotationsrichtung der inneren Drallströmung 12 der mit Kohlenstaub beladenen Verbrennungsluft aus und erzeugen eine in Längsrichtung der Beschleunigerkammer 11 entgegengesetzt verlaufende Drallströmung 28 von dem hinteren Ende 17 der Beschleunigerkammer 11 zu dem hinteren Ende 3 der Muffel 1. Diese äussere Drallströmung 28, die durch die Luft- oder Gasstrahlen aus den Düsen 24–26 entsteht, ist durch die strichpunktierte Linie versinnbildlicht.

Diese zusätzliche Drallströmung findet in der Erweiterung 19 der Beschleunigerkammer statt, ohne die innere Strömung längs der Linie 12 in der Beschleunigerkammer und die Flamme zu beeinträchtigen. Hierdurch können auch die aus der inneren Drehströmung 12 infolge der Zentrifugalkräfte austretenden Staub- und Ascheteile von der äusseren Drallströmung 28 längs in der Erweiterung 19 problemlos bis zu dem Ringkanal 18 mitgenommen werden, wo die Ascheteilchen in Richtung des nach unten weisenden Pfeiles ausgetragen werden können. Durch die Strahlungswärme der Flamme 13 in der Beschleunigerkammer aber werden die noch unverbrannten

Staubteilchen in der Drallströmung 28 gezündet und verbrennen.

Ein Teil des Kohlenstaubes aus dem Ringkanal 18 wird von der inneren Strömung 12 erneut erfasst, da er gegen die Wand 29 des Ringkanals prallt und hierdurch in den Innenraum der Muffel 1 oder aber der Beschleunigerkammer 11 gelenkt wird. Vorzugsweise kann hierzu der Ringkanal eine derartige Krümmung oder Abschrägung seiner der Muffel 1 benachbarten Wand 29 erfahren, dass die Kohlenstaubteile aus der Erweiterung 19 nochmals in das Innere der Muffel 1 bzw. der Beschleunigerkammer 11 geleitet werden.

Die Drallströmung 12 und das vordere Ende der Flamme 13 behalten in dem Beschleuniger 11 ihre Form bei und vergrössern sich nicht in die Erweiterung 19, die hierdurch ausgenutzt werden kann, den Rücklauf der Staub- und Ascheteilchen längs der Wand 12 der Kammer 11 erfolgen zu lassen.

Durch den langen Hin- und Rückweg, den die Staubteilchen in der Muffel 1 und der Beschleunigerkammer 11 zum Teil wiederholt nehmen, ist gewährleistet, dass bei einer kurzen Bauform der Einrichtung ein langer Verbrennungsweg erreicht wird. In der Beschleunigerkammer 11 wirkt die Strahlungswärme der bereits gezündeten Kohleteilchen sowohl auf dem Hinweg (von links nach rechts) wie auch auf dem Rückweg (von rechts nach links in der Zeichnung) auf die noch nicht entzündeten Staubteilchen ein.

Die Länge der Beschleunigerkammer 11 kann ebenso wie ihre äussere Form variiert werden. Die Beschleunigerkammer kann zylindrische Gestalt aufweisen, wie auch ihre Länge so gewählt werden kann, dass die Flamme 13, die in den Kesselraum 14 ragt, länger oder kürzer gestaltet werden kann.

Wie Fig. 1 zeigt, sind die Düsen 20–27 der einzelnen Querschnittsebenen A bis E der Beschleunigerkammer 11 in unterschiedlicher Neigung zu der Querschnittsebene angeordnet. So haben die Düsen 24–27 der Ebenen D und E eine schwache Neigung in Richtung auf das vordere Ende und den Ringkanal 18 der Kammer 11. Die Düsen der Ebene C haben entweder die gleiche Neigungsrichtung wie die Düsen 24–27, so z.B. die Düse 23, oder aber sie besitzen keine Neigung gegen die Querschnittsebene C, so z.B. die Düse 22. Die Düsen 20 und 21 sind gegenüber ihren Querschnittsebenen in Richtung auf das hintere Ende 17 der Beschleunigerkammer 11 geneigt. – Die Winkellage kann nicht nur von Querschnittsebene zu Querschnittsebene verschieden sein, sondern auch innerhalb einer Querschnittsebene, wie dies an Hand der Düsen 22, 23 der Ebene C in Fig. 1 erkennbar ist.

Auch die Anzahl der Düsen kann von Querschnittsebene zu Querschnittsebene verschieden sein. So weist die Ebene D, wie Fig. 2 erkennen lässt, insgesamt sechs Düsen 24–24b und 25–25b auf, während die Ebene B nur drei Düsen 21, 31, 31a aufweist.

Während Fig. 1 die unterschiedlichen Neigungswinkel $\alpha \dots \Omega$ der Ebenen untereinander und in derselben Ebene erkennen lässt, zeigten Fig. 2 und

3, dass auch die Winkel zwischen den Düsen und den entsprechenden Tangenten T_2 und T_3 der Wand 16 der Beschleunigungskammer 11 verschieden sein können.

Die Zuleitungen 124 bis 125b der Düsen 24–25b sind bei dem Beispiel nach Fig. 2 zu zwei Gruppen zusammengefasst, wobei die Zuleitungen 124–124b in ein Rohr 224 mit einem Ventil 324 münden oder übergehen, während die Zuleitungen 125–125b in ein gemeinsames Rohr 225 mit Ventil 325 münden bzw. übergehen. Beide Rohre erhalten das Gas oder die Luft von einer Leitung 100.

In das Rohr 224 münden Zuführungsleitungen 424, 524 mit Ventilen 424a, 524a, die zu je einem Behälter 101, 102 mit je einem Additiv führen. Das gleiche gilt für das Rohr 225 mit den Leitungen 425, 525 und den Ventilen 425a und 525a.

In Fig. 3 ist dargestellt, dass eine ungleiche Anzahl von Düsen einer Ebene mit verschiedenen Additiven versorgt werden kann.

Die Ventile 324, 325 und 425a, 525a erlauben eine genaue Einstellung der zuzuführenden Gas- oder Luftmenge bzw. der Menge an Additiven. Hierdurch ist es möglich, einerseits die äussere Drallströmung 28 sehr genau zu regulieren, d.h. zu beschleunigen oder zu verzögern, um die Staubteilchen dieser Strömung mehr oder minder lang der Strahlungswärme der inneren Drallströmung 12 auszusetzen und damit möglichst viele Kohlenstaubteilchen zu verbrennen. Andererseits ist es aber auch möglich, Additive in gewünschter Menge in die Kammer 11 einzubringen. Das Additiv wird, und das ist bei der Zugabe der Additive wesentlich, nicht mit dem Kohlenstaub oder der Verbrennungsluft zugegeben, sondern zu einem späteren Zeitpunkt, wo der Kohlenstaub schon gezündet hat.

Wegen der hohen Wandtemperatur der Kammer 11 sind die Düsen 20–27 vorzugsweise fest in die Wand eingebaut, was jedoch nicht ausschliesst, die Düsen in kugelartigen Teilen zu halten und diese in Kalotten schwenkbar zu gestalten.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Verbrennen von Kohlenstaub, mit einer axial durch eine zylindrische oder zum Brennraum hin sich konisch erweiternde Brennermuffel (1) ragenden, den Kohlenstaub zuführenden Blaslanze (7) und einer Dralleinrichtung (4) für die Verbrennungsluft am vom Brennraum abgewandten Ende (2) der Brennermuffel (1), mit einer am freien Austrittsende der Blaslanze (7) an dieser angeordneten, die Strömungsrichtung des Kohlenstaubs ausserhalb der Lanze (7) umkehrenden Kappe (8) sowie mit einer zwischen Brennermuffel (1) und Brennraum in Achsrichtung der Brennermuffel gelegenen zylindrischen oder zum Brennraum hin sich konisch verengenden Beschleunigungskammer (11), dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Beschleunigungskammer (11) am Übergang zur Brennermuffel (1) unter Bildung einer Erwei-

terung (19) und einer Schulter (Wand 29) grösser ist als der Durchmesser der Brennermuffel (1) an diesem Übergang, und dass zur Wand (16) der Beschleunigungskammer (11) tangential, in mehreren in Längsrichtung der Beschleunigungskammer (11) hintereinander gelegenen Querschnittebenen (A-E) angeordnete Düsen (20–27) vorgesehen sind, durch die der Erweiterung (19) der Beschleunigungskammer (11) unabhängig voneinander Gas oder Luft zuführbar ist zur Bildung einer äusseren, die innere Drallströmung (12) aus der Brennermuffel (1) umgebenden und mit dieser drehgleichen, jedoch entgegengesetzt gerichteten Drallströmung (28) in der Erweiterung (29) der Beschleunigungskammer (11).

2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Gas- oder Luftzuführungsleitungen und -rohre (124–125b, 224, 225, 100) zu den Düsen (20–27) mit Mengensteuerventilen für einzelne Düsen, Gruppen von Düsen oder alle Düsen einer Querschnittsebene.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (20–27) über Leitungen mit Mengensteuerventilen (424a, 424b, 524a, 524b) mit Behältern für Additive verbunden sind.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (20–27) in der Wand (16) der Beschleunigungskammer (11) unter von Querschnittsebene (A-E) zu Querschnittsebene oder in derselben Querschnittsebene unterschiedlichen Tangentialwinkeln und/oder Neigungswinkeln ($\alpha \dots \Omega$) zugehörigen Querschnittsebene angeordnet sind.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtung der Düsen (20–27) einstellbar ist.

Claims

1. A device for burning coal dust, comprising a combustion lance (7) extending axially through a burner muffle (1), which is cylindrical or widens conically towards the firing space, said lance (7) supplying the coal dust, a spin device (4) for the air of combustion at the end (2), remote from the firing space, of the burner muffle (1), a cap (8) arranged at the free outlet end of the blowing lance (7) on the same so as to reverse the direction of flow of the coal dust outside the lance (7), and an accelerating chamber (11), which is placed between the burner muffle (1) and the firing space in the axial direction of the burner muffle and which is cylindrical or narrows conically towards the firing space, and is placed in the axial direction of the burner muffle, characterized in that the diameter of the accelerating chamber (11) at the connection thereof with the burner muffle (1) is greater than the diameter of the burner muffle (1) at this connection with the formation of a widening part (19) and of a shoulder (wall 29), and in that there are a number of jets (20 to 27) which are placed so as to be tangential in relation to the wall (16) of the accelerating chamber (11) and are placed one after the other in the length direction

of the acceleration chamber (11), said jets (20 to 27) being adapted for the supply of gas or air to the widening part (19) of the accelerating chamber (11) independently from each other for forming an external spin current (28) surrounding the internal spin current (12) from the burner muffle (1) and turning in the same direction but directed oppositely to same, in the widened part (29) of the acceleration chamber (11).

2. The device as claimed in claim 1 characterized by gas or air supply ducts and pipes (124 to 125b, 224, 225 and 100) leading to the jets (20 to 27) with rate control valves for the separate jets, groups of jets or for all jets of a plane of the cross section.

3. The device as claimed in claim 1 characterized in that the jets (20 to 27) are connected via ducts having rate control valves (424a, 424b, 524a and 524b) with containers for additives.

4. The device as claimed in any one of the claims 1 through 3 characterized in that the jets (20 to 27) in the wall (16) of the accelerating chamber (11) are placed at tangential angles which vary from one cross section plane (A to E) to another cross section plane or vary in one and the same cross section plane, and/or are placed at angles of inclination ($\alpha \dots \Omega$) in relation to the associated cross section plane.

5. The device as claimed in any one of the claims 1 through 4 characterized in that the direction of the jets (20 to 27) is able to be adjusted.

Revendications

1. Installation pour brûler la poussière de charbon, comportant un moufle de brûleur (1) axial cylindrique ou conique s'élargissant jusqu'à la chambre de combustion, équipé d'une lance de soufflage (7) de la poussière de charbon et d'un dispositif cyclone (4) destiné à l'air de combustion et disposé à l'extrémité opposée (2) à la chambre de combustion, une calotte d'inversion (8) disposée à l'extrémité libre de la lance de soufflage (7) destinée à inverser le sens d'écoulement de la poussière de charbon à l'extérieur de la lance (7), ainsi qu'une chambre d'accélération (11) cylindrique ou conique se rétrécissant jus-

qu'à la chambre de combustion, disposée axialement entre le moufle du brûleur (1) et la chambre de combustion, caractérisée en ce que le diamètre de la chambre d'accélération (11) est plus important que le diamètre du moufle du brûleur (1) à sa jonction avec le moufle (1), de manière à former un élargissement (19) et un épaulement (paroi 29) et en ce qu'il est prévu de manière tangentielle à la paroi (16) de la chambre d'accélération (11), suivant plusieurs plans transversaux (A-E) situés l'un derrière l'autre dans le sens longitudinal de la chambre d'accélération (11), des buses (20-27) permettant, indépendamment l'une de l'autre, d'alimenter la chambre d'accélération (11) en gaz ou en air dans son élargissement (19), de manière à former un écoulement cyclone externe (28) entourant l'écoulement cyclone interne (12) provenant du moufle du brûleur (1), dirigé dans le sens opposé à celui-ci et canalisé dans l'élargissement (29) de la chambre d'accélération (11).

2. Installation suivant la revendication 1, caractérisée en ce qu'il est prévu des conduites et des canalisations (124-125b, 224, 225, 100) d'alimentation en gaz ou en air vers les buses (20-27) comportant des vannes de réglage du débit pour chacune des buses, pour chaque groupe de buses ou pour toutes les buses d'un même plan transversal.

3. Installation suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les buses (20-27) sont reliées à des récipients destinés à contenir des additifs, par l'intermédiaire de canalisations équipées de vannes de réglage du débit (424a, 424b, 524a, 524b).

4. Installation suivant une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les buses (20-27) dans la paroi (16) de la chambre d'accélération (11) sont disposées suivant les différents plans transversaux (A-E) dans le prolongement d'un plan transversal ou orientée suivant un angle tangentiel distinct dans le même plan transversal et/ou selon des angles d'inclinaison ($\alpha \dots \Omega$) différents par rapport au plan transversal correspondant.

5. Installation suivant une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le sens des buses (20-27) peut être réglé.



