(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 546 359 B1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **21.06.95**

(51) Int. Cl.[6]: **C23C 4/12**

(21) Anmeldenummer: **92119729.9**

(22) Anmeldetag: **19.11.92**

(54) **Verfahren zum Beschichten einer Oberfläche mittels einer thermischen Spritzmethode mit Kühlung.**

(30) Priorität: **12.12.91 DE 4141020**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.06.93 Patentblatt 93/24

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.06.95 Patentblatt 95/25

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL PT

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 375 914
US-A- 2 545 951
US-A- 2 603 299
US-A- 3 254 506

(73) Patentinhaber: **Linde Aktiengesellschaft**
Abraham-Lincoln-Strasse 21
D-65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder: **Heinrich, Peter, Dipl.-Ing. (FH)**
Ritter-von-Halt-Strasse 5
W-8034 Germering (DE)
Erfinder: **Schmidtke, Wolfgang**
Packenreiterstrasse 16
W-8000 München 60 (DE)

(74) Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.**
Linde Aktiengesellschaft
Zentrale Patentabteilung
D-82049 Höllriegelskreuth (DE)

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).

EP 0 546 359 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten einer Oberfläche mittels einer thermischen Spritzmethode, beispielsweise dem Flamm- oder Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, dem Lichtbogen- oder Plasmaspritzen oder dem Detonationsspritzen, wobei ein Strahl aus heißem Transportgas und geschmolzenen Materialpartikeln auf die betreffende Oberfläche gerichtet wird und dabei benachbart zum Spritzstrahl mit einem zu wesentlichen Teilen aus Kohlendioxid bestehenden Kühlstrahl enthaltend Kaltgas und Schneepartikel gekühlt wird.

Ein solches Verfahren ist aus der DE-PS 26 15 022 bekannt. Bei diesem wird reine Kohlensäure (CO_2) als Kühlmittel angewandt, wobei diese der den Kühlstrahl erzeugenden Düse in flüssigem Zustand zugeführt wird. Dabei bildet sich beim Austritt aus dieser ein Gemisch aus gasförmigem und festem CO_2, d.h. CO_2-Schneepartikeln, welches beim Auftreffen auf ein Werkstück eine besonders hohe und in Verbindung mit dem thermischen Auftragen von Schichten besonders vorteilhafte Kühlleistung erzielt. Würde bei der, in der DE-PS 26 15 022 gezeigten Weise, gasförmige statt flüssige Kohlensäure (CO_2) eingesetzt, so ergäbe sich eine erheblich verringerte Kühlwirkung, da der entstehende Kühlstrahl eine geringere Kälte und insbesondere einen erheblich niedrigeren Anteil an CO_2-Schneepartikeln aufweisen würde. Dies kommt erstens dadurch zustande, daß diejenige Kältemenge, die für den Phasenübergang flüssig gasförmig dem CO_2 zuzuführen ist, bei der reinen Gasexpansion nicht mehr vorhanden ist, und zum zweiten dadurch, daß bei der in der obengenannten DE-PS gezeigten Düse und anderen gängigen Runddüsen das CO_2 sofort nach dem Verlassen der Düse umgebende Luft ansaugt, folglich ein inniger Wärmeaustausch mit dieser stattfindet und sich in der Folge deutlich weniger Schnee als bei der Flüssig-CO_2- Expansion bildet. Dieser CO_2-Schnee trägt jedoch wesentlich zur bekannten Kühlwirkung bei und bildet quasi einen Latentkälte-Speicher, der das Werkstück unmittelbar kühlt. Die Folge wäre eine im Vergleich zum Verfahren gemäß der DE-PS erheblich verringerte Kühlwirkung auf einem beaufschlagten Werkstück.

Gleiches gilt auch für die aus der EP-PS 0 263 469 bekannten Verfahren, bei denen ebenfalls ein aus Flüssig-CO_2 erzeugter, jedoch gemischter Kühlstrahl bestehend aus CO_2-Gas, CO_2-Schnee und weiteren Gasen, beispielsweise Helium und/oder Wasserstoff, zur Kühlung der thermisch gespritzten Oberflächen angewandt wird.

Die Anwendung flüssigen Kohlendioxids, wobei jeweils auf Umgebungstemperatur befindliches, unter dem Verflüssigungsdruck stehendes CO_2 angesprochen ist, bedeutet allerdings, daß eine spezielle Form der CO_2-Versorgung zu gewährleisten ist, nämlich eine solche, in der das Kohlendioxid aus den jeweiligen Speicherbehältern in der flüssigen Phase ausgebracht wird. Das heißt, daß das Kohlendioxid, das sich gemäß Standardspeicherung bei 20 °C mit etwa 57 bar Druck in den zugehörigen Speicherbehältern befindet, aus diesen mittels Steigrohr oder auf andere spezielle Weise auszubringen ist, d.h. daß die Speicherbehälter mit einer Flüssigphasenentnahme versehen sein müssen.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Anwendung von Kohlendioxid zu Kühlzwecken in Verbindung mit thermischen Spritzmethoden besteht darin, daß sich mit einem aus einer konventionellen Runddüse austretenden Kohlendioxidstrahl ein turbulenter, breit gefächerter Schnee-Gas-Mischstrahl ausbildet, der keine gezielte Einwirkung auf einen geeignet begrenzten Oberflächenbereich zuläßt. Bei der Anwendung eines solchen turbulenten und divergenten Kohlendioxidstrahls benachbart zu einem Spritzstrahl kann zudem eine nachteilige gegenseitige Beeinflussung des Spritzstrahls und des Kühlstrahls erfolgen.

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung bestand daher darin, ein thermisches Spritzverfahren mit CO_2-Kühlung anzugeben, das die beschriebenen Nachteile vermeidet oder beseitigt und insbesondere auch die Anwendung von gasförmigen Kohlendioxid ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kohlendioxidanteil im Kühlstrahl aus gasförmigem, wenigstens unter 45 bar Druck stehendem Kohlendioxid gewonnen wird und zwar derart, daß das Kohlendioxidgas über eine enge Schlitzdüse oder eine sonstige schlitzartige Öffnung zunächst in ein um diesen Expansionsschlitz angeordnetes, weitgehend abgeschlossenes Expansionsvolumen hinein expandiert wird und ausgehend von diesem Expansionsvolumen und dessen Austrittsöffnung der Kühlstrahl gebildet und auf die zu kühlende Fläche gerichtet wird.

Aufgrund der Tatsache, daß erfindungsgemäß von gasförmigem und nicht flüssigem Kohlendioxid ausgegangen wird, kann zunächst jegliche Sonderausstattung der CO_2-Speicherbehälter entfallen. Eine geringfügige Einschränkung entsteht hierbei dadurch, daß der CO_2-Druck in diesen Behältern zur Durchführung der Erfindung nicht unter 45 bar abfallen darf,da die Kälte für den Kühlstrahl allein aus der Expansionsabkühlung des CO_2-Gases gewonnen wird und andererseits kein Beitrag aus der "latenten Kälte" des flüssigen Kohlendioxids mehr verfügbar ist. Aus diesem Grund ist unterhalb von Druckwerten von 45 bar, die bei ungünstigen Bedingungen - z.B. bei Lagerung der Speicherflaschen im Freien und tiefen Außentemperaturen - ohne weiteres auftreten können, die Kälteausbeute

zu gering. Sind jedoch die Standarddruckwerte von ca. 57 bar, wie sie sich bei Raumtemperatur einstellen, verfügbar, so ergibt sich eine ausgezeichnete Funktion.

Dabei ist vor allem die erfindungsgemäße Art der Entspannung des Kohlendioxidgases über eine Schlitzdüse oder dergleichen in ein abgeschlossenes Expansionsvolumen hinein für die Funktion und Effektivität der Erfindung wesentlich. Die Schlitzdüse mit ihrer länglichen und andererseits schmalen Querschnittsöffnung erzeugt nämlich einen Expansionsgasstrahl mit einer im Vergleich zu einem aus einer Runddüse stammenden Expansionsgasstrahl wesentlich vergrößerten Oberfläche. Diese vergrößerte Oberfläche resultiert in einer verstärkten Wechselwirkung des Expansionsgasstrahls mit seiner Umgebung, die - nach dem weiteren wesentlichen Merkmal der Erfindung - von einem Expansionsvolumen gebildet wird, in dem sich im Betrieb fast ausschließlich bereits expandiertes, kaltes Kohlendioxidgas befindet. Wärmere Umgebungsluft besitzt also keinen unmittelbaren Zutritt zum expandierten Kohlendioxid. Daraus ergibt sich, daß zunächst nur wenig Wärme aus der Umgebung dem Kohlendioxid zufließen kann und deshalb im Expansionsvolumen - durch das dort quasi vorhandene Wärmedefizit - eine verstärkte Bildung von Kohlendioxid-Schneepartikeln stattfindet. Im Vergleich zu einer unabgeschirmten Expansion gasförmigen Kohlendioxids wird also ein deutlich erhöhter Anteil an Schneepartikeln erzeugt, welche vor allem den bei der Kühlung thermisch gespritzter Schichten erwünschten, starken Kühleffekt bewirken. Die im Expansionsraum entstandene Gas-Schnee-Mischung wird nun über den weiteren Verlauf des Expansionsvolumens zu einem Kühlstrahl ausgebildet und durch die Austrittsöffnung auf das Werkstück gelenkt. Mit einem auf diese Weise erzeugten Kühlstrahl ergibt sich eine effektive Kühlung des Werkstücks in seinem Anströmbereich, wobei bei Bedarf dem Kühlstrahl noch weitere, die Kühlwirkung erhöhende Gase zugemischt werden können.

Grundsätzlich ist hinsichtlich der vorgeschlagenen Expansionsweise darauf hinzuweisen, daß diese bereits aus einem anderen technischen Fachgebiet, nämlich der Medizintechnik bekannt ist. Beispielsweise zeigt die DE-PS 36 24 787 eine Kühl- und Gefriersonde zum lokalen Abkühlen von menschlichen oder tierischen Körperbereichen und - in einem Nebenaspekt - auch von elektronischen Bauteilen, die auf dem beschriebene Prinzip beruht, wobei jedoch die Kühlung des jeweiligen Bereichs aus unmittelbarer Nähe erfolgt und kein weitreichender Kühlgasstrahl, sondern ein geeignet geführter Kühlgasstrom gebildet wird. Die Übertragung, Anpassung und abgewandelte Anwendung gemäß der vorliegenden Erfindung liegt jedoch nicht nahe.

Bevorzugte Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung sind nun in den Unteransprüchen 2 bis 5 angegeben.

Dabei ist zu bemerken, daß ein nachfolgend und/oder vorausgehend zum Spritzstrahl geführter Kühlstrahl vor allem temperaturempfindliches Spritzmaterial oder hitzeempfindliche Werkstücke insgesamt vor Überhitzung schützt. Mit in der beschriebenen Weise gekühlten thermischen Spritzvorgängen ist allerdings generell eine Leistungssteigerung gegenüber ungekühlten Spritzvorgängen möglich.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird schließlich in vorteilhafter Weise mit einer Expansionsdüse durchgeführt, welche ein an eine CO_2-Gasquelle anschließbares Innenrohr 6 mit abschließender Schlitzdüse besitzt, sowie ein das Innenrohr am Schlitzdüsenende umhüllendes, deutlich darüber hinaus ragendes und das Expansionsvolumen bildendes Außenrohr 9 aufweist. Bei dieser Expansionsdüse wird hinsichtlich des mit dem Außenrohr gebildeten, zylinderförmigen Expansionsvolumens ein Durchmesser zu Längenverhältnis von 1 zu 3 bis 1 zu 10, vorzugsweise 1 zu 5, eingehalten.

Mit der erfindungsgemäßen Expansionsdüse wird im Verfahrensbetrieb mit Vorteil ein Abstand zum Werkstück von wenigstens ca. 3 cm eingehalten, um eine günstige Verfahrensfunktion zu erhalten.

Prinzipiell besteht mit dem erfindungsgemäßen Kühlstrahlen auch die Möglichkeit, aus dem Spritzbereich zurückprallende Spritzpartikel vom Werkstück weg zu befördern und so Beschichtungfehler zu vermeiden.

Im folgenden wird anhand der Zeichnungen das erfindungsgemäße Verfahren sowie eine entsprechende Expansionsdüse beispielhaft näher erläutert. Es zeigt:

- Figur 1 einen autogenen Flammspritzvorgang in schematischer Darstellung;
- Figur 2 eine erfindungsgemäße CO_2-Expansionsdüse in Seitenansicht im Schnitt;
- Figur 3 eine erfindungsgemäße CO_2-Expansionsdüse in Vorderansicht;

Zunächst sei von einer standardgemäßen CO2-Versorgung ausgegangen, d.h. z.B. von einem unter Umgebungstemperatur stehenden Mittel- oder Hochdrucktank für CO2. Dieser enthält im Normalfall im Gleichgewicht sowohl flüssiges als auch gasförmiges CO2 mit einem Druck von ca. 57 bar. Das unter diesem Druck stehende Kohlendioxidgas wird nun gemäß der Erfindung über eine sehr enge, schlitzartige, in ihrer Längsausdehnung im Bereich einiger Millimeter liegende Düse in ein abgegrenztes Expansionsvolumen hinein entspannt. Auf diese Weise entsteht ausgangsseitig des z.B.

durch ein Röhrchen gebildeten Expansionsvolumens ein relativ eng begrenzter und wenig turbulenter Strahl aus kaltem CO2-Gas und Schnee, der sich insbesondere für die Kühlung bei thermischen Spritzvorgängen ausgezeichnet eignet.

Durch weitere Versuche hat die Anmelderin festgestellt, daß eine noch höhere und vorteilhaftere Kühlwirkung des wie geschildert gebildeten Kühlstrahls dadurch erhalten werden kann, daß von einem Kohlendioxidgas mit mehr als 65 bar Druck, vorzugsweise 70 bis 80 bar, ausgegangen wird. Dazu sind jedoch besondere Vorkehrungen zu treffen, da - wie oben beschrieben - CO_2 in Standardspeichern nur mit etwa 57 bar zur Verfügung steht. Erfindungsgemäß wird zur Lösung dieses Problems vorgeschlagen, daß die besagten höheren Drucke durch Aufheizen des Gasspeichers samt Inhalt und somit durch Erzeugen eines höheren Dampfdrucks des flüssigen CO_2's hergestellt werden oder daß die Druckerhöhung durch eine dem Speicher nachgeschaltete Pumpe erzeugt wird. Besonders vorteilhaft wird ein Speicherbehälter z.B. dadurch beheizt, daß ein elektrischer Heizleiter in diesem angeordnet wird. Mit Heizleitern ausgestattete Behälter sind im übrigen verfügbar, da bei der Bereitstellung großer CO2-Gasmengen in den zugehörigen Speicherbehältern solche Heizeinrichtungen ohnehin vorgesehen sind. Dieser Umstand kommt also der "Hochdruckvariante" der Erfindung entgegen und ein entsprechend ausgerüsteter Speichertank mit z.B. drucksensitiver Heizungsregelung kann die besagten Drucke über 65 bar problemlos liefern. In jedem Falle jedoch, wird mit dieser Verfahrensvariante ein besonders effektiver Kühlstrahl ausgebildet, dessen Wirkung in dem relativ hohen Schneeanteil im Strahl begründet liegt.

Figur 1 zeigt nun einen thermischen Spritzvorgang,beispielsweise einen mit Brenngas und Transportgas betriebenen Flammspritz- oder Hochgeschwindigkeitsflammspritzvorgang. Gezeigt ist eine Spritzdüse 1, sowie eine Expansionsdüse 2 und ein Werkstück 3. Zum Auftrag der Oberflächenschicht wird das gezeigte Werkstück, nämlich eine Welle 3, gemäß Pfeil 4 in Rotation versetzt und der Spritzstrahl der Spritzdüse 1 etwa senkrecht auf deren Oberfläche gerichtet. Beispielsweise kann eine verschleißfeste, Wolframcarbid enthaltende Schicht aufgetragen werden, wobei die Flammspritzdüse 1 sowie die Kühlmitteldüse 2 gekoppelt, parallel ausgerichtet und gemäß Pfeil 5 entlang einer Parallele zur Werkstückoberfläche vorgeschoben werden. Die Expansionsdüse folgt der Spritzdüse in gleichbleibendem Abstand von ca. 5 bis 15 cm (Abstand bezüglich der beiden Düsenachsen). Es ist zu erkennen, daß die neu aufgebrachten Schichtbereiche nach Verlassen des Spritzbereichs unter den Einfluß des von der Expansionsdüse 2 ausgehenden Kühlmittelstrahls 2' gelangen und somit dieser Oberflächenbereich mit frisch aufgetragener Beschichtung abgekühlt und zudem auch die Ausbreitung der Wärme von der Spritzzone weg in bereits beschichtete Werkstückbereiche verhindert wird. Als Kühlmittel kommen hierbei insbesondere reines Kohlendioxid oder - bei Notwendigkeit einer besonders hohen Kühlleistung - auch Mischungen von Kohlendioxid zusammen mit Helium und/oder Wasserstoff gemäß EP-PS 0 263 469 zur Anwendung, wobei die Zumischgase mit Vorzug erst unmittelbar im Auftreffbereich des Kühlmittelstrahls 2'auf dem Werkstück zugemischt werden.

In Figur 2 ist eine der möglichen Expansionsdüsen für die Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Schnitt gezeigt. Diese setzt sich zusammen aus einem Innenrohr 6 mit abschließender Schlitzdüse 7, sowie einem das Innenrohr endseitig umhüllenden, das Expansionsvolumen 8 bildenden Außenrohr 9, das an seinem der Expansionsdüse 7 abgewandten Ende offen ist.

Die Figur 3 zeigt hierzu eine Vorderansicht der in Figur 2 gezeigten Expansionsdüse ebenfalls in einer Schnittansicht gemäß der Schnittlinie S in Figur 2. Erfindungsgemäß wird nun dieser Düse und insbesondere dem darin befindlichen Innenrohr 6 gasförmiges Kohlendioxid mit vorzugsweise mehr als 65 bar Druck zugeführt und in den Expansionskanal 8 hinein entspannt. Beim Entspannungsprozeß entstehen insbesondere aufgrund einer Unterdruckbildung hinter der Schlitzdüse 7 CO_2-Kaltgas und anteilig Schneepartikel, und es ergibt sich so im Expansionsvolumen 8 ein Gemisch aus kaltem Gas und Schnee, das durch die Austrittsöffnung 10 des Außenrohres 9 die Expansionsdüse verläßt und auf das Werkstück gelenkt wird.

Eine solche Expansionsdüse ist je nach gewünschtem Mengendurchsatz zu dimensionieren. Eine für gängige Flammspritzvorgänge geeignete Kühlmitteldüse der gezeigten Art weist z.B. einen Innendurchmesser D (siehe Figur 2) bezüglich des Außenrohres 9 von 3 mm und somit - gemäß der einzuhaltenden Längendimensionierung - eine überstehende Länge L von z.B. 15 mm auf. Eine weitere, erfindungsbezogen wichtige Größe stellt die Öffnungsweite der Schlitzdüse des Innenrohres dar. Diese beträgt im Regelfall und mit Vorteil zwischen 0,1 und 0,4 mm. Diese Öffnungsweite ist nach Auswahl der Grundgröße der Expansionsdüse, d.h. nach Auswahl des Durchmessers für das Innen- bzw.das Außenrohr, im engeren Sinne bestimmend für den Durchfluß an CO_2-Gas.

Mit der gezeigten Expansionsdüse und der dargestellten Erzeugung eines Kohlendioxid-Kühlstrahles aus gasförmigem Kohlendioxid wird also eine vorteilhafte Möglichkeit zum Kühlen bei thermischen Spritzmethoden zur Verfügung gestellt, wobei die wesentlichen Elemente in der Expansionsweise des CO_2's und der zugehörigen Expan-

sionsdüse zu finden sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten einer Oberfläche mittels einer thermischen Spritzmethode, wobei ein Spritzstrahl aus heißem Transportgas und geschmolzenem Materialpartikeln auf die betreffende Oberfläche gerichtet wird und dabei benachbart zum Spritzstrahl mit einem zu wesentlichen Teilen aus Kohlendioxid bestehenden Kühlstrahl enthaltend Kaltgas und Schneepartikel gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet,
daß der Kohlendioxidanteil im Kühlstrahl aus gasförmigem, wenigstens unter 45 bar Druck stehendem Kohlendioxid gewonnen wird und zwar derart,
daß das Kohlendioxidgas über eine Schlitzdüse oder eine sonstige schlitzartige Öffnung zunächst in ein um diesen Expansionsschlitz angeordnetes, weitgehend gegen die Umgebung abgeschlossenes Expansionsvolumen hinein expandiert wird
und ausgehend von diesem Expansionsvolumen und dessen Austrittsöffnung der Kühlstrahl gebildet und auf den zu kühlenden Bereich gerichtet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kohlendioxidanteil im Kühlstrahl aus gasförmigem, wenigstens unter 65 bar stehendem , vorzugsweise 70 bis 80 bar aufweisendem, Kohlendioxid gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erhöhte Druckniveau des Kohlendioxids durch Zufuhr von Wärme zum zugehörigen Speicherbehälters bewirkt wird, wobei Temperaturen von 25 bis 35 °C, vorzugsweise von 30 bis 32 °C, erzeugt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr von Wärme zum Speicherbehälter mit einem im Speicherbehälter untergebrachten, elektrischen Heizleiter durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erhöhte Druckniveau mittels eines bzw. durch den Einsatz eines, dem Speicherbehälter nachgeschalteten Verdichters erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das den Kühlstrahl bildende Expansionsvolumen mit seiner Austrittsöffnung mit einem Abstand zum Werkstück von 2 bis 15 cm, vorzugsweise 3 bis 8 cm, geführt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung mit dem Kühlstrahl in der Weise ausgeführt wird, daß der Kühlstrahl dem Spritzstrahl nachfolgend geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kühlstrahl dem Spritzstrahl vorauslaufend geführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als ein Kühlstrahl vorgesehen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, der Spritzstrahl von mehreren Kühlstrahlen oder von einem Kühlgashüllstrom nach allen Seiten hin umgeben wird.

11. Expansionsdüse zur Ausführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch ein an eine Kohlendioxidquelle anschließbares Innenrohr 6 mit abschließender Schlitzdüse 7, sowie ein das Innenrohr am Schlitzdüsenende umhüllendes, darüber hinaus ragendes und das Expansionsvolumen 8 bildendes Außenrohr 9, das an seinem der Schlitzdüse 7 abgewandten Ende eine Austrittsöffnung 10 besitzt.

12. Expansionsdüse nach Anspruch 10,dadurch gekennzeichnet, daß hinsichtlich des mit dem Außenrohr gebildeten, zylinderförmigen Expansionsvolumens 8 ein Durchmesser zu Längenverhältnis von 1 zu 3 bis 1 zu 10, vorzugsweise etwa 1 zu 5, eingehalten ist.

Claims

1. Process for coating a surface by means of a thermal spraying method, in which a spraying jet of hot transporting gas and melted material particles is directed on to the surface concerned and cooling is effected in the vicinity of the spraying jet with a cooling jet consisting essentially of carbon dioxide and containing cold gas and snow particles, characterised in that the proportion of carbon dioxide in the cooling jet is obtained from gaseous carbon dioxide at a pressure of at least 45 bar in that the carbon dioxide gas is first expanded through a slotted nozzle or other slotted opening into an expansion volume disposed around this expansion slot and largely sealed from the

environment, and the cooling jet is formed from this expansion volume and its outlet opening and directed on to the area to be cooled.

2. Process according to claim 1, characterised in that the proportion of carbon dioxide in the cooling jet is formed of gaseous carbon dioxide at a pressure of at least 65 bar, preferably 70 to 80 bar.

3. Process according to claim 2, characterised in that the raised pressure level of the carbon dioxide is produced by supplying heat to the associated storage container, producing temperatures of 25 to 35 °C, preferably 30 to 32 °C.

4. Process according to claim 3, characterised in that the supply of heat to the storage container is effected with an electric heating conductor housed in the storage container.

5. Process according to claim 2, characterised in that the raised pressure level is produced by means of or through the use of a compressor connected after the storage container.

6. Process according to one of claims 1 to 5, characterised in that the expansion volume with its outlet opening forming the cooling jet is guided at a distance of 2 to 15 cm, preferably 3 to 8 cm, from the workpiece.

7. Process according to one of claims 1 to 6, characterised in that the cooling with the cooling jet is effected in that the cooling jet is guided following the spraying jet.

8. Process according to one of claims 1 to 7, characterised in that a cooling jet is guided preceding the spraying jet.

9. Process according to one of claims 1 to 8, characterised in that more than one cooling jet is provided.

10. Process according to one of claims 1 to 6, characterised in that the spraying jet is surrounded on all sides by a plurality of cooling jets or by one enveloping stream of cooling gas.

11. Expansion nozzle for implementing the process according to one or more of claims 1 to 10, characterised by an inner pipe 6 provided with a terminating slotted nozzle 7 and connectable to a carbon dioxide source, and an outer pipe 9 surrounding the inner pipe at the slotted nozzle end and projecting beyond it and forming the expansion volume 8 and which at its end remote from the slotted nozzle 7 exhibits an outlet opening 10.

12. Expansion nozzle according to claim 10, characterised in that a diameter to length ratio of 1 to 3 to 1 to 10, preferably approximately 1 to 5, is maintained as regards the cylindrical expansion volume 8 formed with the outer pipe.

Revendications

1. Procédé de revêtement d'une surface par pulvérisation thermique, dans lequel on dirige un jet de pulvérisation de gaz de transport chaud et de particules fondues de matériau sur la surface en cause, et on refroidit ensuite à proximité immédiate du jet de pulvérisation avec un jet réfrigérant se composant pour une partie essentielle de dioxyde de carbone et contenant du gaz froid et des particules de neige, caractérisé en ce que la part de dioxyde de carbone dans le jet réfrigérant est constituée à partir de dioxyde de carbone sous forme gazeuse se trouvant à une pression d'au plus 45 bars, de telle façon que le dioxyde de carbone gazeux soit détendu par une tuyère à fente ou une autre ouverture du genre fente, tout d'abord à l'intérieur d'un volume d'expansion ou de détente disposé autour de cette fente d'expansion et largement fermé à l'encontre de l'ambiance et que le jet réfrigérant soit formé à partir de ce volume d'expansion et de son ouverture de sortie et soit dirigé sur la zone à réfrigérant.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la part de dioxyde de carbone dans le jet réfrigérant est constituée de dioxyde de carbone sous forme gazeuse et se trouvant à une pression d'au plus 65 bars, et de préférence d'au plus 70 à 80 bars.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le niveau de pression du dioxyde de carbone est augmenté par apport de chaleur au réservoir de stockage correspondant, des températures de 25 à 35 °C, de préférence de 30 à 32 °C étant obtenues.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'apport de chaleur au réservoir de stockage est réalisé à l'aide d'un conducteur de chauffage électrique introduit dans le réservoir de stockage.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le niveau de pression augmentée est réalisé à l'aide d'un compresseur ou par introduction d'un compresseur dans le réservoir de stockage, ce compresseur étant branché à l'aval de la sortie du réservoir.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le volume d'expansion formant le jet réfrigérant est amené par son ouverture de sortie à une distance de la pièce à traiter de 2 à 15 cm, de préférence de 3 à 8 cm.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le refroidissement par le jet réfrigérant est réalisé de telle façon que le jet réfrigérant conduit à l'aval du jet de pulvérisation.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'un jet réfrigérant est conduit en amont du jet de pulvérisation.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on prévoit plus d'un jet de réfrigération.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le jet de pulvérisation est entouré de plusieurs jets de réfrigération ou bien est entouré de tous côtés par un courant de gaz de réfrigération formant gaine.

11. Tuyère d'expansion ou de détente pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 10, caractérisé par un tube intérieur (6) susceptible d'être raccordé à une source de dioxyde de carbone et muni d'une tuyère à fente (7) venant l'obturer, ainsi que par un tube extérieur (9) entourant à la manière d'une gaine le tube intérieur (6) à l'extrémité formant tuyère à fente, se prolongeant au-delà du tube intérieur et formant le volume d'expansion (8), ce tube extérieur comportant, à son extrémité opposée à la tuyère à fente (7), une ouverture de sortie (10).

12. Tuyère d'expansion selon la revendication 10, caractérisé en ce que le volume d'expansion (8) de forme cylindrique et formé avec le tube extérieur (9), présente un rapport entre le diamètre et la longueur de 1 à 3 jusqu'à 1 à 10, de préférence d'environ 1 à 5.

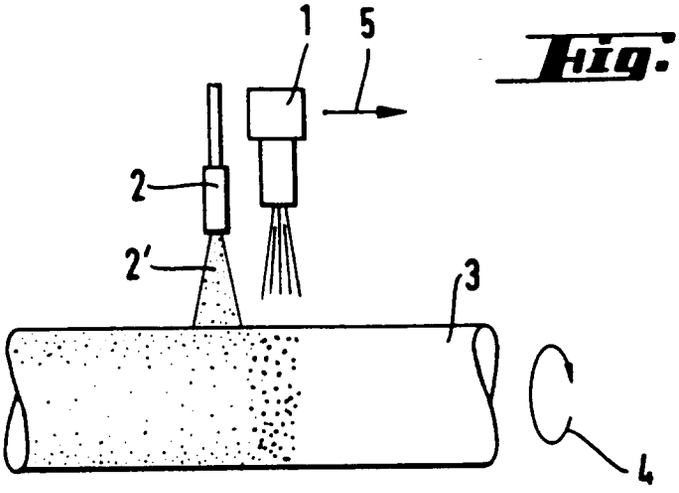


Fig. 1

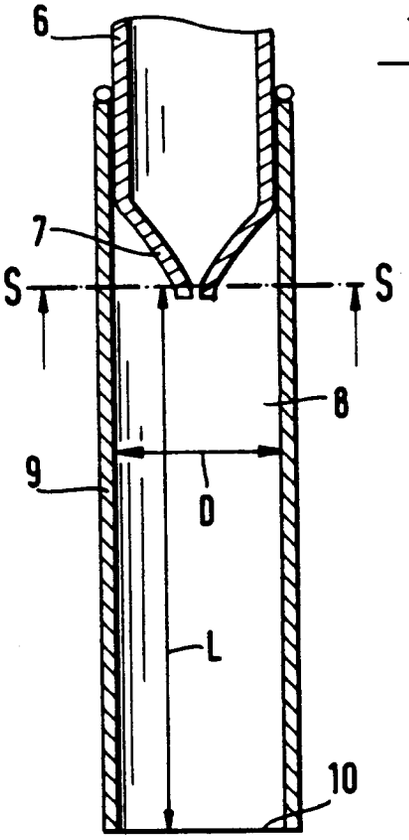


Fig. 2

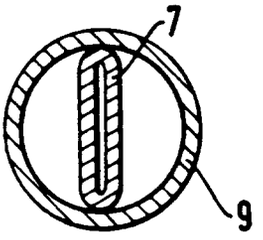


Fig. 3