



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

1597 85

Int.Cl.³

3(51) C 23 C 7/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 23 C/ 2308 824

(22) 17.06.81

(44) 06.04.83

(71) siehe (72)

(72) FROELICH, HANS, DIPL.-ING.; KRETZSCHMAR, EBERHARD, DR.-ING.; NEUPERT, THOMAS;
JAHN, RALF-DIETER, DD;

(73) siehe (72)

(74) ZENTRALINSTITUT FUER SCHWEISSTECHNIK DER DDR, LEIT-BFN SCHWEISSTECHNIK, 4030 HALLE
(SAALE), KOETHENER STR. 33A

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM PLASMA BESCHICHTEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Plasmabeschichten, insbesondere mittels oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe, vorzugsweise zur Regenerierung metallischer Verschleißteile unter Verwendung von Plasmabeschichtungsbrennern und -anlagen sowie zusätzlicher Nutzung von Brenngasen und Kühlmitteln. Es ist das Ziel der Erfindung, die Effektivität des Plasmabeschichtens oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe unter Senkung des technischen Fertigungsaufwandes und des Gasverbrauchs zu erhöhen. Erfindungsgemäß wird im wesentlichen der an sich ungeschützte Spritzgutstrahl zwischen Plasmadüse und Werkstück sowie dessen Auftrefffläche gänzlich von einem reduzierenden Flammenmantel eingehüllt und das Werkstück an der der Auftrefffläche gegenüberliegenden Seite mit Tieftemperaturstrahlen beaufschlagt, wobei die heißen Abgase die Strahldüsen berühren. Das Ausführungsbeispiel beschreibt mit Bemessungswerten insbesondere die ebenfalls erfindungsgemäße Vorrichtung, bei der konzentrisch um die Plasmadüse Öffnungen für die Flammengase angeordnet sind und die Strahldüsen für die Tieftemperaturstrahlen innerhalb besonderer Strahlkammern liegen.

-1- 230882 4

Verfahren und Vorrichtung zum Plasmabeschichten

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtung zum Plasmabeschichten, insbesondere mittels oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe, vorzugsweise zur Regenerierung metallischer Verschleißteile unter Verwendung von Plasma-beschichtungsbrennern und -anlagen sowie zusätzlicher Brenngase im Prozeßablauf, wobei das Aufspritzen oxidations- und/oder hitzeempfindlicher Spritzschichten und Bauteile mit Hilfe von Kühlmitteln erfolgt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß zum Plasmaspritzen mit oxidationsgefährdeten Spritzwerkstoffen Schutzgase zum Schutze des Spritzgutstrahles verwendet werden. Für derartige Schutzgas-Spritztechnologien werden spezielle Schutzgasdüsen oder -kammern eingesetzt. Entscheidender Nachteil von Schutzgaskammern sind der hohe Fertigungs- und Handhabungsaufwand sowie die begrenzte Verwendbarkeit für sperrige Teile. Die gleichen Nachteile haben auch Plasmaspritzkammern, die an Stelle eines Schutzgases ein Vakuum beinhalten.

Dies trifft insbesondere auf Lösungen ähnlich der US-PS 3114826 zu, wo vorgeschlagen wird, den Plasma-Spritzstrahl durch eine kräftige Gasströmung einzuhüllen mit dem Zweck, das Werkstück zu kühlen und/oder die Spritzschicht vor Oxidation zu schützen.

Der Nachteil von Schutzgasdüsen zur Ausrüstung von Plasmaspritzbrennern besteht einerseits im hohen Fertigungsaufwand für diese Düsen und im hohen Verbrauch an Schutzgasen pro Zeiteinheit und andererseits in den hohen Spritzgutverlusten sowie in einer notwendigen Leistungserhöhung zum Ausgleich des Kühleffektes des Schutzgases.

Weiterhin ist auch bekannt, daß zusätzlich zu einer Hüllströmung aus Schutzgasen im Bereich der Austrittsöffnung der Hülldüse ein Brenngasgemisch axial konzentrisch dem Spritzgutstrahl zugeführt wird. Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß der hohe Fertigungsaufwand für die Hülldüse nach wie vor existiert und sogar noch durch die zusätzliche Anordnung von Brenngasgemischkanälen erhöht wird, daß nach wie vor ein Aufwand zur Kühlung der Hülldüse erforderlich ist, daß ein Ansetzen von Spritzgut an der Hülldüseninnenwandung nicht vermeidbar ist, was zu Betriebsstörungen führt und daß die Spritzschichtqualität auf dem Werkstück hinter den theoretisch erreichbaren Werten wesentlich zurücksteht, was insbesondere Korrosions- und Verschleißbeständigkeit sowie Haftfestigkeit betrifft.

Weiterhin ist nach der DE-AS 2 615 022 bekannt, daß die dem Plasmaspritzstrahl ausgesetzte Fläche des Werkstücks direkt anschließend mittels eines aus einer Düse austretenden Gasstrahles gekühlt wird, wobei die Kühlung mit flüssiger Kohlensäure erfolgt. Zur Führung der Kohlensäure vor der Strahldüse wird ein Strang bzw. Rohr verwendet, dessen Länge mindestens 50mal so groß wie dessen Durchmesser und mindestens 1000mal so groß wie der Durchmesser der Strahldüse ist. Außerdem kann der Kühlstrahl vor, hinter oder seitlich zum Plasmaspritzstrahl oder rings um diesen angeordnet sein. Die Erprobung dieses Verfahrens brachte jedoch eine Reihe von Nachteilen zutage, die die praktische Nutzung verhindern. So ist ein stabiler Betrieb der Kühlstrahldüsen mit flüssiger Kohlensäure auch bei weiter Variation der Betriebswerte nicht möglich, weil sich die Kühlstrahldüsen in kürzester Frist durch feste Kohlensäure zusetzen. Außerdem kommt es durch die besondere Anordnung des Kühlstrahls zum Plasmaspritzstrahl einerseits nur zu einer ungenügenden Kühlung und andererseits zur Beeinträchtigung der Strömung des Plasmaspritzstrahls, was die Spritzschichtqualität mindert.

Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung ist die Effektivität des Plasmabeschichtens oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe unter Senkung eines hohen technischen Fertigungsaufwandes und Gasverbrauches zu erhöhen.

Das Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und Vorrichtung zum Plasmabeschichten oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe zu entwickeln und Maßnahmen vorzusehen, welche den Fertigungs- und Betriebsaufwand gegenüber den bekannten technischen Lösungen verringern, die Beschich-

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß unter Verzicht auf die üblichen Hülldüsen oder Schutzeinrichtungen der Spritzgutstrahl auf seinem an sich freien Weg zwischen Plasmadüsenmündung und Werkstück gänzlich von einem vorzugsweise gleichmäßigen und konischen, jedoch zumindest in seinem Innern stets reduzierend eingestellten Flammenmantel eingehüllt wird, der auch die Auftrefffläche des Spritzgutstrahles auf dem Werkstück völlig umgibt, wobei die Flammengaszufuhr zum Spritzgutstrahl unmittelbar in oder an der Plasmadüse mit Unterschallgeschwindigkeit erfolgt, und daß das Werkstück auf seiner dem Spritzgutstrahl abgewandten Seite in dem dem Spritzgutstrahl entgegengesetzten Bereich mit einem oder mehreren Tieftemperaturgasstrahlen und/oder Flüssigkeitsstrahlen beaufschlagt wird, die möglichst frei von reaktionsfähigem Sauerstoff sind, wobei die Menge des Strahlmittels proportional zur elektrischen Plasmaleitung und umgekehrt proportional zur Werkstückmasse unterhalb der Spritzgutschicht eingestellt wird, derart, daß die heißen Abgase des Spritzgutstrahles und des Flammenmantels, die zur Erzeugung der Tieftemperaturgasstrahlen und/oder Flüssigkeitsstrahlen verwendeten Strahldüsen direkt oder indirekt berühren. Als Strahlmittel werden vorzugsweise gasförmige oder flüssiges Stickstoff-Argon oder Propan-Butan verwendet.

Eine zur Ausübung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Vorrichtung besteht aus einem an sich bekannten Plasmaspritzbrenner, bei dem unmittelbar im Bereich der Plasmadüsenmündung ein oder mehrere vorzugsweise konisch sich verjüngende und konzentrisch zur Mittelbohrung der Plasmadüse ausgerichtete Lochringe oder Kreisschlitze zur Zuführung der Flammengase angeordnet sind, deren radialer Abstand zur Längsachse der Plasmadüse etwa das ein- bis sechsfache des engsten Mittelbohrungsdurchmessers der Plasmadüse beträgt, die im wesentlichen auf gleicher Ebene mit der Plasmadüsenmündung enden und die getrennt oder gemeinsam von einem Kreisringraum aus versorgt werden, wobei dieser Kreisringraum vorzugsweise durch die Plasmadüse selbst und einen Überwurf gebildet wird und wobei der Kreisringraum mit den Flammengasleitungen zur

Zuführung der Flammengase verbunden ist. Die Strahldüsen zur Erzeugung der auf die Spritzgutfläche gerichteten Tieftemperaturgasstrahlen und/oder Flüssigkeitsstrahlen werden auf der dem Spritzgutstrahl entgegengesetzten Seite, d. h. auf der Rückseite des Werkstückes innerhalb von Strahlkammern angeordnet, die ihrerseits allseitig möglichst dicht an der Werkstückoberfläche abschließen und zu dieser hin offen sind. Es wurde festgestellt, daß mit der erfindungsgemäßen Lösung die an sich nachteilige Injektorwirkung des Spritzgutstrahles gegenüber seiner Umgebung vorteilhaft zu seinem eigenen Schutz und dem seiner Auftrefffläche auf dem Werkstück genutzt werden kann und daß weiterhin die frisch erzeugte und hochaktivierte Spritzgutschicht durch die erfindungsgemäße Strahlbehandlung qualitativ so verbessert wird, daß Korrosions- und Verschleißbeständigkeit sowie ihre Haftfestigkeit erhöht sind. Weiterhin hat sich herausgestellt, daß es durch die erfindungsgemäße Verfahrensweise und die Anordnung der Kühldüsen zu einer Erwärmung der Kühldüsen kommt, was deren Zusetzen verhindert und daneben durch stabilisierte und bessere Kühlung zu einer höheren Spritzschichtqualität führt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung ist die Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens im Schnitt dargestellt.

Im oberen Teil der Zeichnung ist ein Plasmabrenner unvollständig dargestellt, wobei sich im Zentrum der Plasmadüse 1 die Katode 2 befindet, die Plasmadüse 1 über einen Kühlwasserzulauf 3 und Kühlwasserablauf 4, welche durch ein Leitrohr 5 voneinander getrennt sind, intensiv gekühlt wird, die Plasmadüsenmündung 6 konisch erweitert ist und die Pulverzuführung 7 in die konische Plasmadüsenmündung 6 eingeleitet ist. Zwischen Katode 2 und Plasmadüse 1 ist der Plasmabogen 8 gezündet, der durch Zuführung von Pulver mittels der Pulverzu-

düse 1 entsprechend beträgt der minimale Durchmesser des Spritzgutstrahles 9 etwa 10 mm unmittelbar an der Plasmadüsenmündung 6 bei 40 kW elektrischer Plasmaleistung. In 15 mm Abstand von der Längsachse der Plasmadüse 1 ist ein Kreisschlitz 10 von 0,3 mm Breite angeordnet, dessen Mündung mit der Plasmadüsenmündung 6 abschließt, der mit einem Konuswinkel von 30° auf den Spritzgutstrahl 9 gerichtet ist und der durch die Plasmadüse 1 und den Überwurf 11 gebildet wird. Der Kreisschlitz 10 steht in Verbindung mit dem Kreisringraum 12, der seinerseits mit den Flammengasleitungen 13 verbunden ist. Im Zusammenspiel mit der Injektorwirkung des Spritzgutstrahls 9 wird durch eine Wasserstoffgasanlage von $8 \text{ m}^3/\text{h}$, die mit 0,5 bar Überdruck durch den Kreisschlitz 10 gepreßt wird, der Flammenmantel 14 erzeugt, der nur an seiner Außenfläche mit der Umgebungsluft brennt. Der Flammenmantel 14 reicht von der Plasmadüsenmündung 6 bis zum rotierenden Werkstück 15 und hüllt auch die Auftrefffläche 16 des Spritzgutstrahls ein. Die vom Spritzgutstrahl 9 erzeugte Spritzschicht wird an der entgegengesetzten Seite des Werkstücks 15 zwei Flüssigkeitsstrahlen 17 ausgesetzt, die durch flüssigen Stickstoff von 10 l/min bei 3 bar Strahldruck gebildet werden und innerhalb einer kupfernen, beheizten Kühlkammer 18 angeordnet sind. Der Pfeil gibt die Rotationsrichtung des Werkstücks 15 an. Die Kühlkammer 18 ist nur zum Werkstück 15 hin offen und schließt zu dessen Oberfläche bis auf 1 mm Distanz dicht ab.

E r f i n d u n g s a n s p r u c h

1. Verfahren zum Plasmabeschichten, insbesondere mittels oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe, vorzugsweise zur Regenerierung metallischer Verschleißteile unter Verwendung von Plasmabeschichtungsbrennern und -anlagen sowie zusätzlicher Brenngase im Prozeßablauf, wobei das Aufspritzen oxidations- und/oder hitzeempfindlicher Spritzschichten und Bauteile mit Hilfe von Kühlmitteln erfolgt, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß unter Verzicht auf besondere Hülldüsen oder Schutzeinrichtungen der Spritzgutstrahl (9) auf seine an sich beim Weg zwischen Plasmadüsenmündung (6) und Werkstück (15) gänzlich von einem vorzugsweise gleichmäßigen und konischen, jedoch zumindest in seinem Innern stets reduzierend eingestellten Flammenmantel (14) eingehüllt wird, der auch die Auftrefffläche (16) des Spritzgutstrahls (9) auf dem Werkstück (15) völlig umgibt, wobei die Flammengaszufuhr zum Spritzgutstrahl (9) unmittelbar in oder an der Plasmadüse (1) mit Unterschallgeschwindigkeit erfolgt, und daß das Werkstück auf seiner dem Spritzgutstrahl (9) abgewandten Seite in dem dem Spritzgutstrahl (9) entgegengesetzten Bereich mit einem oder mehreren Tieftemperaturgasstrahlen und/oder Flüssigkeitsstrahlen (17) beaufschlagt wird, die möglichst frei von reaktionsfähigem Sauerstoff sind, wobei die Menge des Strahlmittels proportional zur elektrischen Plasmaleistung und umgekehrt proportional zur Werkstückmasse unterhalb der Spritzgutschicht eingestellt wird, derart, daß die heißen Abgase des Spritzgutstrahles (9) und des Flammenmantels (14), die zur Erzeugung der Tieftemperaturgasstrahlen und/oder Flüssigkeitsstrahlen verwendeten Strahldüsen direkt oder indirekt berühren.

2. Verfahren zum Plasmabeschichten, insbesondere mittels oxidationsgefährdeter Beschichtungswerkstoffe nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Kühlmittel vorzugsweise gasförmiger oder flüssiger Stickstoff - oder Propan-Butan verwendet werden.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Plasmaspritzbrenner mit einer Plasmadüse (1) ausgerüstet ist, bei der unmittelbar im Bereich der Plasmadüsenmündung (6) ein oder mehrere vorzugsweise konisch sich verjüngende und konzentrisch zur Mittelbohrung der Plasmadüse (1) ausgerichtete Lochringe oder Kreisschlitze (10) zur Zuführung der Flammengase angeordnet sind, die im wesentlichen auf gleicher Ebene mit der Plasmadüsenmündung (6) enden, deren radialer Abstand zur Längsachse der Plasmadüse (1) etwa das ein- bis sechsfache des engsten Mittelbohrungsdurchmessers der Plasmadüse (1) beträgt, die gemeinsam oder getrennt von einem Kreisringraum (12) aus versorgt werden, der vorzugsweise durch die Plasmadüse (1) und einen Überwurf (11) gebildet wird, wobei der Kreisringraum (12) mit den Flammengasleitungen (13) zur Zuführung der Flammengase verbunden ist und daß weiterhin die Kühltüsen zur Erzeugung der Tieftemperaturgasstrahlen und/oder Flüssigkeitsstrahlen (17) auf der dem Spritzgutstrahl entgegengesetzten Seite vorteilhaft innerhalb von Kühlkammern (18) angeordnet sind, die allseitig möglichst dicht an der Oberfläche des Werkstücks (15) abschließen und zu dieser hin offen sind.

