



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 298 618 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einleitungsvertrag

5(51) B 26 F 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 26 F / 335 394 0

(22) 08.12.89

(44) 05.03.92

(71) siehe (73)

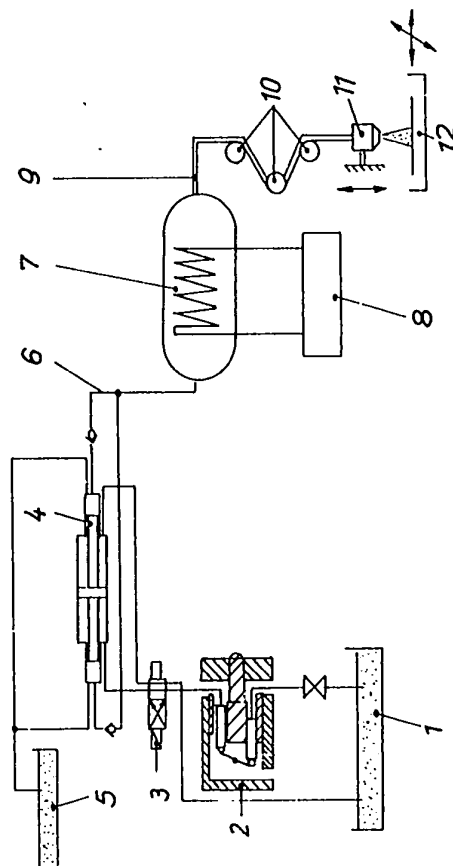
(72) Leitert, Thomas; Leitert, Holger; Busack, Ulrich, Dr.-Ing., DE

(73) Technische Universität „Otto von Guericke“ Magdeburg, PSF 1 24, O - 3010 Magdeburg, DE

(54) Verfahren zum Schneiden mit Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl

(55) Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl; Druck; Wasser;
Düse; Schneiden, abkühlen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schneiden mit Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl, bei dem unter einem Druck von ca. 100 bis 350 MPa stehendes Wasser aus einer Düse austritt. Zur Erhöhung der Abtragsintensität bei gleichzeitig geringerem Wartungsaufwand wird zur Erzeugung von Eiskristallen das Wasser vor Austritt aus der Düse isobar auf eine Temperatur zwischen ca. -10 bis -20°C abgekühlt. Unter diesen Bedingungen verbleibt das Wasser im flüssigen Zustand. Erst bei Austritt aus der Düse kristallisiert ein Teil des Wassers zu Eis. Die Düse ist demzufolge nicht von der abrasiven Wirkung der Eiskristalle betroffen. Figur



Patentanspruch:

Verfahren zum Schneiden mit Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl, bei dem unter einem Druck von ca. 100 bis 350 MPa stehendes Wasser aus einer Düse austritt, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Wasser vor Austritt aus der Düse isobar auf eine Temperatur zwischen ca. -10°C bis -20°C abgekühlt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schneiden mit Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl, bei dem unter einem Druck von ca. 100 bis 350 MPa stehendes Wasser aus einer Düse austritt.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zur Erzeugung der zum Trennen erforderlichen hohen Austrittsgeschwindigkeit wird das Wasser, bevor es aus der auf das zu trennende Werkstück gerichteten Düse austritt, auf einen Druck von ca. 100 bis 350 MPa gebracht. Um die Abtragsintensität des Hochdruckwasserstrahls zu erhöhen, hat man bisher bereits Polymere sowie scharfkantige, abrasive Mittel, wie Korund u. a., beigemischt. Ferner wurde versucht, als abrasive Mittel Eiskristalle zu verwenden. Die bei diesem Verfahren eingesetzten Düsen sind sehr teuer und verschleißen bei Verwendung derartiger abrasiver Mittel sehr schnell, so daß sie aufgrund einer beschränkten Lebensdauer häufig ausgewechselt werden müssen. Deshalb wurden bereits Verfahren entwickelt, bei denen diese Düsen nicht mehr erforderlich sind. Bei dem mit der Vorrichtung zum Wasserstrahl-Schneiden gemäß DE-PS 3602462 realisierten Verfahren wird der Wasserstrahl auf dem Wege einer druckfreien Strömungsbeschleunigung erzeugt. Das wird durch einen mit Ein- und Auslaßöffnung versehenen Trichter, der um seine Längsachse drehbar ist, erreicht. Zur zusätzlichen Beschleunigung des Wassers sind am Innenrand der großen Einlaßöffnung Wasserschaufeln angebracht. Der Trichter ist in einem zweiten, größeren Trichter angeordnet, durch den im Gegenstrom ein Kühlmittel strömt. Die Hagelbildung des Wassers soll erst nach Verlassen des Abflußrohres des Trichters erfolgen, um Verschleiß des Abflußrohres zu minimieren. Es erscheint jedoch zweifelhaft, ob herkömmliche Kühlmittel in der Lage sind, dem rotierenden Wasserstrom die erforderliche Wärmemenge zur Ausbildung von Hagelkörnern zu entziehen. Es ist anzunehmen, daß die dazu zur Verfügung stehende Fläche des Trichters im Verhältnis zur notwendigen Durchflußgeschwindigkeit zu klein ist. Der Kristallbildungsprozeß wird durch die ständige Bewegung des Wassers immer wieder gestört.

In dem SU-US 480539 ist eine Vorrichtung zum Schneiden dünner Materialien unter Verwendung einer Wasserstrahldüse gezeigt, bei der der unter hoher Geschwindigkeit aus der Düse austretende Wasserstrahl in einer dem Austritt vorgelagerten Kammer durch ein in diese Kammer einströmendes Gas unterkühlt wird. Auch bei dieser technischen Lösung scheint die für eine Kristallerzeugung erforderliche Unterkühlung des mit dreifacher Schallgeschwindigkeit austretenden Strahles technisch schwer realisierbar. Die durch die Kammern bedingte große Bauweise der Düse hat Schneidleistungsverluste zur Folge. Da beide technische Lösungen die Bildung von Eiskristallen in nicht ausreichendem Maße gewährleisten, sind sie in solchen Fällen, in denen eine hohe Abtragsintensität gefordert ist, nicht anwendbar.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein Verfahren zum Schneiden mit Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl, das eine hohe Abtragsintensität bei gleichzeitig geringem Wartungsaufwand ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bekannten Verfahren zum Schneiden mit Hochdruckwasser-Eiskristallstrahl derart zu verändern, daß die Entstehung der Eiskristalle mit Sicherheit gewährleistet ist und die Eiskristalle keinen bzw. nur einen geringen Verschleiß an dem Trennwerkzeug hervorrufen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das unter einem Druck von ca. 100 bis 350 MPa stehende Wasser vor Austritt aus der Düse isobar auf eine Temperatur zwischen ca. -10°C bis -20°C abgekühlt wird.

Dabei bleibt, wie aus dem van der Waals'schen Zweiphasen-Diagramm erkennbar, der flüssige Zustand des Wassers erhalten. Bei Austritt des unterkühlten Wassers aus der Düse baut sich der Hochdruck auf Umgebungsdruck ab. Dabei kristallisiert ein Teil des Wassers zu Eis, da das Wasser bei seiner konstanten spezifischen Wärmekapazität von $C = 1$ nicht in der Lage ist, in der kurzen Zeit bis zum Auftreffen auf das zu trennende Werkstück die fehlende Wärme aus der Umgebung aufzunehmen. Bei einer Unterkühlung von -20°C vereisen ca. 25% des Wassers.

Da die Eiskristalle erst hinter der Düse entstehen, wird ein Verschleiß der Düse infolge Abrasion vermieden. Vorteilhaft wirkt sich die Unterkühlung des Wassers infolge der damit verbundenen ständigen Kühlung der Düse auf deren Standzeit aus.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt eine herkömmliche Einrichtung zum Hochdruckwasserstrahlschneiden.

Die Unterkühlung des Wassers erfolgt im vorliegenden Beispiel zweckmäßigerweise im Bereich des Druckspeichers. Bekannte Einrichtungen bestehen aus einer Druckerzeugeranlage und einem Schneidteil. Bei der Druckerzeugeranlage wird aus einem Ölspeicher 1 mittels einer Ölhochdruckpumpe, im vorliegenden Beispiel einer Axialkolbenpumpe 2, über ein Steuerglied 3 Öl einem Arbeitszylinder 4 zugeführt. Dieser Arbeitszylinder 4 dient als Hochdruckübersetzer, wobei sich sein Kolben jeweils zur nicht beanspruchten Seite bewegt und die Plunger der Hochdruckköpfe antreibt. Bei der Rückwärtsbewegung wird von der einen Seite des Plungers Wasser aus einem Behälter 5 angesaugt, während die andere Seite des Plungers das angesaugte Wasser auf den eingestellten Arbeitsdruck verdichtet. Das unter hohem Druck stehende Wasser gelangt nun über eine Hochdruckleitung 6 zu einem Druckspeicher 7, in dem sich ein Kühlaggregat 8 befindet. Hier wird das unter einem Druck von 200 MPa stehende Wasser auf -20°C unterkühlt. Das in diesem Zustand immer noch flüssige Wasser gelangt anschließend über eine speziell isolierte flexible Hochdruckleitung 9 und über Ausgleichshswenden 10 zu einem Düsensystem 11 und tritt danach ins Freie. Auf der kurzen Strecke bis zum Werkstück 12 kristallisiert ein Teil des Wassers. Die dadurch erhöhte abrasive Wirkung des Wasserstrahles ermöglicht eine deutlich höhere Trennleistung, die sich entweder in einer erhöhten Schnittgeschwindigkeit oder in größeren Schnitttiefen bemerkbar macht. Die Unterkühlung des Schneidstrahles bedingt außerdem eine Kaltverfestigung der Werkstückoberfläche, in deren Folge das Werkstoffgebe sprödet und der Abtragsprozeß erleichtert wird. Eine eventuell mögliche Vereisung der Düse kann beispielsweise durch Rotation derselben verhindert werden.

