

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
27.12.90

⑤① Int. Cl.⁵: **B26F 3/00**

②① Anmeldenummer: **88100857.7**

②② Anmeldetag: **21.01.88**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Schneiden von Materialien mittels eines Flüssigkeitsstrahles.**

③⑩ Priorität: **22.01.87 DE 3701673**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.09.88 Patentblatt 88/36

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.12.90 Patentblatt 90/52

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 808 455
DE-A- 2 928 698

⑦③ Patentinhaber: **PRO-REAL**
PROJEKTIERUNG+REALISIERUNG GMBH,
Stettinerstrasse 9, D-7860 Schopfheim(DE)

⑦② Erfinder: **Uehlin, Juergen, Oberdorfstrasse 4,**
D 7860 Schopfheim(DE)

⑦④ Vertreter: **Neumann, Gerd, Dipl.-Ing.,**
Alb.-Schweitzer-Strasse 1, D-7852 Binzen(DE)

EP 0 280 861 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 bezieht sich auf ein Verfahren zum Schneiden von Materialien mittels eines Scheidstrahles aus einer Flüssigkeit, die mit Abrasivstoffen vermischt ist, und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, mittels Wasserstrahl Materialien außer Stahl zu schneiden. Dazu wird z. B. Leitungswasser in Trinkwasserqualität auf hohen Druck gebracht. Mit einem Druck von etwa 4'000 bar wird das Wasser in eine Düse mit einem kleinen Durchmesser von etwa 0,15 mm gedrückt. Die Austrittsgeschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahles ist dann etwa 700 m/sec. Nach relativ kurzer Flugstrecke von einem cm beginnt sich der Strahl aufzulösen. Durch Luftreibung wird der äußere Strahlmantel in kleine Wirbelstrecken zerlegt und in einzelne Tröpfchen aufgeteilt. Diese einzelnen Tröpfchen sind für die "Zerstörungsleistung" des Wasserstrahls verantwortlich. Sie bringen eine dreimal höhere Energieabgabe an die Auftreffstelle. Wenn der Abstand Düse-Trennstelle größer wird, z. B. 5 cm, sind die einzelnen Tröpfchen nicht mehr in der Lage, viel Arbeit zu leisten, da ihre Geschwindigkeit jetzt schon zu gering ist.

Es ist durch die DE-A 1 808 455 bekannt, die Schneidleistung eines Wasserstrahls zu erhöhen, indem der Wasserstrahl durch eine sich drehende Lochscheibe periodisch unterbrochen wird. Durch die DE-A 3 034 753 ist es auch bekannt, zum pulsierenden Unterbrechen des Flüssigkeitsstrahls ein energiereiches, masseloses Strahlenbündel, wie z.B. einen Laserstrahl, zu verwenden, mit dessen Energie Dampfblasen im Flüssigkeitsstrahl zur Erzeugung von Kavitationen verursacht werden.

Es ist durch die DE-A 2 928 698 weiterhin bekannt, die Schneidleistung des Wasserstrahls durch Zugabe von Abrasivstoffen zu erhöhen. Die dazu vorgeschlagene Düse arbeitet nach dem Wasserstrahlpumpensystem, wobei der Unterdruck aufgrund des durch eine Mischkammer strömenden Wasserstrahls den Abrasivstoff ansaugt. Die Abrasivstoffe werden in der Mischkammer beschleunigt und geben ihre kinetische Energie an der Auftreffstelle ab. Selbst ein harter Werkstoff wie Stahl kann auf diese Weise geschnitten werden.

Nachteilig an diesem System ist, daß die Abrasivstoffe sich lediglich an den Randbereichen des Wasserstrahls anreichern bzw. die Stoffe lediglich durch den Umfang des Wasserstrahls erfaßt und beschleunigt werden. Es bildet sich also ein Kanal in dem angesaugten, ggf. zu durchdringenden und in der Masse bereitgestellten Abrasivstoff. Außerdem können sich feuchte Klumpen in der Düse bilden, die den Betrieb behindern.

Die Beigabe von Abrasivstoffen ins Druckwasser hat den Nachteil, daß die Rohrleitungen und die Düse durch dauerndes Schleifen zerstört werden. Deshalb wurde vorgeschlagen, die Stoffe hinter der Düse dem Strahl beizugeben. Um eine hohe Schnittleistung zu erreichen, muß aber die Aufprallenergie hoch sein. Diese hängt direkt von der Masse der Partikel und deren Geschwindigkeit ab. Bei dem bekannten System liegt die er-

reichbare Geschwindigkeit der Abrasivstoffe bei 130 bis 150 m/sec. Dieser niedrige Wert kann auf die herkömmliche Weise nicht mehr erhöht werden.

Ausgehend von dem Verfahren anfangs genannter Art, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, mit diesem Trennsystem bei gleichbleibender Antriebsleistung erheblich höhere Schneidkräfte zu erzielen oder mit verminderter Antriebsleistung dennoch größere Schneidkräfte zu bekommen, da hier auch Sicherheitsaspekte zu berücksichtigen sind.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß der Strahl der Flüssigkeit vor und zu dem Vermischen mit dem Abrasivstoff im kontinuierlichen Fluß unterbrochen wird und die Kopffläche des unterbrochenen Strahls den in dünner Schicht bereitgestellten Abrasivstoff trifft und schlagartig beschleunigt. Ein gleicher ggf. etwas schwächerer Effekt tritt ein, wenn statt der Unterbrechung des kontinuierlichen Flusses dieser nur kurzzeitig reduziert wird. Jedenfalls wird jetzt ein ständiger Impuls das zu schneidende Werkstück treffen, und zwar ist dann der Schneidstrahl über seinen ganzen Querschnitt (Kopfbereich) mit dem Abrasivstoff vermischt. Dies bewirkt bei gleichbleibender Strahlaustrittsgeschwindigkeit eine erheblich höhere Leistung des Schneidstrahls. Mit diesem starken Impuls kann jetzt schneller ein dickeres Werkstück und sogar Stahl einfacher geschnitten werden. Für den Fall, daß weichere Werkstücke behandelt werden sollen, kann aber auch der zur Verfügung gestellte Wasserdruck erniedrigt werden, die Antriebsleistung, sprich Energie, kann vermindert werden, jedenfalls erniedrigt sich die aus Sicherheitsaspekten zu beachtende Gefahr beim Schneiden mit Wasserstrahl, ganz zu schweigen von den Herstellungskosten einer solchen Schneidanlage.

Dieses erfindungsgemäße Verfahren läßt sich auf vielfältige Weise durchführen. Der Abrasivstoff könnte mit Vorteil quer zum Flüssigkeitsstrahl vorbeifließen bzw. dem Flüssigkeitsstrahl zu- und von diesem abströmen, wobei von diesem Abrasivstoffstrom dann nur Teile abgetrennt werden.

Es ist auch sinnvoll, den Abrasivstoff kontinuierlich gegen ein Hindernis strömen zu lassen, damit er sich dort in dünner Schicht ablagert und von dort diskontinuierlich durch den Flüssigkeitsstrahl schlagartig beschleunigt wird.

Der Flüssigkeitsstrahl selbst kann ebenfalls auf verschiedenen Wegen rhythmisch unterbrochen werden. Zum Unterbrechen kann ein Gegenstand, der sich kontinuierlich oder diskontinuierlich bewegt, in die Fließbahn bewegt werden. Besonders einfach ist es, wenn zum Unterbrechen des Flüssigkeitsstrahls in diesem fortlaufend Luft- oder Dampfblasen erzeugt werden. Dies ist z. B. mittels eines kurzzeitig im Flüssigkeitsstrahl erzeugten Lichtbogens möglich.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist anhand der Zeichnung an Ausführungsbeispielen eingehend beschrieben. Es wird hier auf diese Ausführungen Bezug genommen.

Es zeigen:

Fig. 1 in prinzipmäßiger Darstellung eine Flüssigkeitsstrahl-Schneideeinrichtung,

Fig. 2 in vergrößerter Darstellung die Austrittsstelle des Flüssigkeitsstrahls aus der Düse und die Mischstation mit dem Abrasivstoff,

Fig. 3 ein Beispiel wie der Flüssigkeitsstrahl unterbrochen und gleich anschließend mit dem Abrasivstoff vermischt werden kann,

Fig. 4-6 Vorrichtungen, mit denen der Flüssigkeitsstrahl mechanisch unterbrochen werden kann,

Fig. 7-9 Vorrichtungen, mit denen der Flüssigkeitsstrahl mit elektrischer Energie unterbrochen werden kann.

Eine Anlage zum Schneiden mit Flüssigkeitsstrahl besteht aus einer Pumpeneinheit 1, in der das drucklos zufließende Wasser 2 auf einen Druck von 4000 bar verdichtet wird. Durch eine Rohrleitung gelangt dann das Wasser in eine Schneideinheit 3, die von einer Steuereinheit 4 kontrolliert wird. In Richtung des Wasseraustritts ist dann noch ein Schneidstisch 5 angeordnet, in dem auch das ausgetretene Wasser aufgefangen wird.

Die hier notwendige Schneideinheit ist in Fig. 2 vollständiger dargestellt. Das unter Druck gesetzte Schneidwasser tritt aus einer Düse 6 aus, die in einem Düsenkörper 7 mit einem sich anschließenden, definiert langen Führungskanal 8 gehalten ist. Der Düsenkörper 7 ist in einer verschraubbaren Halterung 9 derart gehalten, daß er leicht ausgetauscht werden kann. Unterhalb des Führungskanals 8 ist eine Lochscheibe drehbar gelagert, die in der Draufsicht aus Fig. 2.1 hervorgeht. Statt der Lochscheibe 10 kann auch ein Turbinenrad gemäß Fig. 2.2 und 2.3 Anwendung finden. Die Lochscheibe muß angetrieben sein, während das Turbinenrad durch die Schrägstellung der Schaufeln 11 nach Auftreffen des Schneidstrahles selbsttätig angetrieben wird.

Weiter unterhalb der Lochscheibe 10 od. dgl. ist noch der Abrasivstoff zur Verfügung zu stellen. In Fig. 2 ist dazu lediglich ein Rohr 12 vorgesehen, das kontinuierlich von dem Abrasivstoff durchflossen ist. In Höhe des Führungskanals 8, an dem auch die Löcher der Lochscheibe 10 vorbeifliegen, ist auch in dem Rohr 12 eine Querbohrung 13 angeordnet, durch die der unterbrochene Flüssigkeitsstrahl auf den bereitgestellten Abrasivstoff stößt, ihn mitnimmt und auf das zu schneidende Werkstück 14 trägt. An der Stelle des Austritts des Flüssigkeitsstrahls aus dem Rohr 12 ist es zweckmäßig, den Strahl noch einmal durch eine Düse 13' zu bündeln.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 fließt also der Abrasivstoff kontinuierlich am unterbrochenen Flüssigkeitsstrahl vorbei. Statt eines Rohres 12 kann auch ein freier Abrasivstoffstrahl in die Bewegungsbahn des Flüssigkeitsstrahls gerichtet sein. Nach dem Beispiel nach Fig. 3 fließt der Abrasivstoff zwar kontinuierlich zu, aber in eine Hohl-
scheibe 15, die oben zur Zuführung des Abrasivstoffes offen, im äußeren Randbereich aber geschlossen ist, damit sich der Abrasivstoff dort aufstaut. In diesem Randbereich sind dann ähnlich der Vorrichtung nach Fig. 2.1 Löcher 16 im Ober-

und Unterboden, durch die der Flüssigkeitsstrahl wie oben beschrieben treten soll.

Mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 wird der von oben kommende Flüssigkeitsstrahl auch mechanisch unterbrochen, aber mit einem Art Laufrad mit drei oder vier Querstegen 17, die beim Drehen des Laufrades den entlang des Pfeiles kommenden Flüssigkeitsstrahl zerteilt. Je nach Austrittsstelle des Flüssigkeitsstrahles über die Länge des Radius des Laufrades, das selbstverständlich auch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit angetrieben werden kann, kann die Dauer der Unterbrechung gesteuert werden. Hier ist auch lediglich eine Reduzierung des Strahles möglich.

Das zu dem Beispiel nach Fig. 4 Gesagte gilt auch für das Beispiel nach Fig. 5, nach dem für die Unterbrechung oder Reduzierung des Flüssigkeitsstrahles statt der Querstäbe 17 Speichen 18 vorgesehen sind, die in den Flüssigkeitsstrahl reichen. Auch dieses Rad kann mit oder ohne Eigenantrieb umlaufen, ggf. auch gebremst werden.

Das Beispiel nach Fig. 6 stellt ein Schwingpendel dar mit zwei zueinander gerichteten Schrägflächen 20, die mit Abstand voneinander angeordnet sind. Der Flüssigkeitsstrahl trifft auf eine der Schrägflächen und bewirkt dadurch die Pendelbewegung der aufgehängten (nicht dargestellt) Schwingmasse. Mit dem Abstand 21 der beiden Schrägflächen 20 kann die Frequenz der Strahlunterbrechung oder -reduzierung gesteuert werden.

In den Fig. 7 - 8 sind Beispiele zur Unterbrechung oder Reduzierung des Flüssigkeitsstrahles gezeigt, die mit Elektrizität arbeiten. Bei Fig. 7 dient dazu ein Piezobalken, der aufgrund der piezoelektrischen Eigenschaften der verwendeten Kristalle bei elektrischer Aktivierung hin- und herschwingt. Ähnliches gilt für das Beispiel nach Fig. 9, wo ein Elektromagnet mit Wechselstrom zum Hin- und Herbewegen des Rotors 24 entsprechend der Frequenz des Wechselstromes sorgt. Selbstverständlich kann insbesondere zu Reduzierung des Flüssigkeitsstrahls auch ein elektrisch gesteuertes, nicht dargestelltes Ventil zur Anwendung gelangen.

Eine ganz anders erzeugt Unterbrechung des Flüssigkeitsstrahles offenbart die Fig. 8. Danach ist in das Leitungssystem des unter Druck gesetzten Wassers eine Einheit 25 geschaltet, mit der ein Lichtbogen von Rohrwand zu Rohrwand erzeugt werden kann. Es wird also Spannung an die Pole angelegt, und durch Elektrizität ein Lichtbogen erzeugt, der augenblicklich das hier durchströmende Wasser zum Verdampfen bringt. Damit bildet sich im Wasser eine Dampfblase, die die gewünschte Strahlunterbrechung bewirkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schneiden von Materialien mittels eines Schneidstrahles aus einer Flüssigkeit die mit Abrasivstoffen vermischt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahl der Flüssigkeit vor und zu dem Vermischen mit dem Abrasivstoff im kontinuierlichen Fluß unterbrochen wird und die Kopffläche des unterbrochenen Strahls den in dünner Schicht

bereitgestellten Abrasivstoff trifft und schlagartig beschleunigt.

2. Verfahren zum Schneiden von Materialien mittels eines Schneidstrahles aus einer Flüssigkeit, die mit Abrasivstoffen vermischt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahl der Flüssigkeit vor und zu dem Vermischen mit dem Abrasivstoff im kontinuierlichen Fluß kurzzeitig reduziert wird und die Kopffläche des reduzierten Strahls den in dünner Schicht bereitgestellten Abrasivstoff trifft und schlagartig beschleunigt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abrasivstoff kontinuierlich quer zum Flüssigkeitsstrahl vorbeifließt bzw. dem Flüssigkeitsstrahl zu- und von diesem abströmt und von diesem Abrasivstoff jeweils nur Teile abgetrennt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abrasivstoff kontinuierlich gegen ein Hindernis strömt, sich dort in dünner Schicht ablagernd und von dort diskontinuierlich durch den Flüssigkeitsstrahl schlagartig beschleunigt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abrasivstoff kontinuierlich durch Zentrifugalkraft einer Stelle zufließt, von der er diskontinuierlich mittels des Flüssigkeitsstrahls entfernt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 – 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Unterbrechen oder Reduzieren des Flüssigkeitsstrahls ein Gegenstand in die Fließbahn bewegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand sich kontinuierlich bewegt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand sich diskontinuierlich bewegt.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 – 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Unterbrechen oder Reduzieren des Flüssigkeitsstrahles in diesem fortlaufend Luft- oder Dampfblasen erzeugt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfblasen durch Energiezuführung, wie z.B. mittels Elektrizität bei der Lichtbogenerzeugung, erzeugt werden.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 – 10 mit einer Düse (6) für den Durchtritt eines feinen Flüssigkeitsstrahles, mit einer dieser Düse (6) vorgeordneten Einrichtung (1) zur Erzeugung eines hohen Flüssigkeitsdruckes und mit einer weiteren der Düse (6) nachgeordneten Einrichtung (10, 12, 10, 11) zum Vermischen des Flüssigkeitsstrahles mit dem Abrasivstoff, dadurch gekennzeichnet, daß zur periodischen Unterbrechung oder Reduzierung des Querschnitts des Flüssigkeitsstrahls kurzzeitig ein Gas (25) oder ein Gegenstand (10, 11, 15, 17, 18, 20, 22, 24) in die Bewegungsbahn des Strahles bewegbar und unterhalb der Bewegungsbahn des unterbrochenen oder reduzierten Strahls eine Einrichtung (12, 15) zur Zurverfügungstellung der von dem Strahl zu durchdringenden Schicht des Abrasivstoffes angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht des Abrasivstoffes in einem von dem Stoff kontinuierlich durchflossenen Rohr (12), Schlauch od. dgl. angeordnet ist,

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht des Abrasivstoffes in einer Kammer (15) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (12) od. dgl. oder die Kammer (15) zum Durchtritt des Flüssigkeitsstrahles quer durchlocht (13, 16) ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlunterbrechung eine drehbar gelagerte, am Außenumfang mit Durchtrittslöchern (16) versehene Lochscheibe (15) vorgesehen ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13 – 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer aus einer drehbar gelagerten kreisrunden Hohlscheibe (15) besteht, die im funktionell äußeren Randbereich eine radial außen und oben und unten geschlossene Ringkammer (15) aufweist und über den Umfang der Hohlscheibe die obere und untere Wandung der Ringkammer mit der Hohlscheibe quer durchstoßenden Löchern (16) für den Durchtritt des Flüssigkeitsstrahls versehen ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlunterbrechung über die Länge der Düse oder in der Zuführung vor der Düse Elektroden (25) zur Zuleitung von Elektrizität zur Lichtbogenerzeugung angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlunterbrechung oder -reduzierung in der Bewegungsbahn des Flüssigkeitsstrahls ein Laufrad mit Querstegen (17) angeordnet ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse des Laufrades senkrecht zum Flüssigkeitsstrahl ausgerichtet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse des Laufrades, wie z.B. ein Turbinenrad (11), parallel zum Flüssigkeitsstrahl ausgerichtet ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Laufrad (10, 11, 15, 17, 18) mit einem Eigenantrieb versehen ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlunterbrechung oder -reduzierung ein Schwingkörper (19) periodisch in die Bewegungsbahn des Flüssigkeitsstrahls bewegbar ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlunterbrechung oder -reduzierung ein elektrisch in Bewegung versetzter Schwingbalken (22) (Piezoelektrizität) vorgesehen ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlunterbrechung ein frequenzmäßig aktivierter Elektromagnet (23) vorgesehen ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Strahlreduzierung ein Ventil vorgesehen und kurzzeitig dessen Schließmechanismus aktiviert ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Stahlunterbrechung oder -reduzierung eine Vielkolbenpumpe vorgesehen ist, mit der der Volumenstrom der Flüssigkeit kurzzeitig unterbrechbar ist.

Claims

1. Method of cutting materials using a cutting jet formed from a fluid mixed with abrasive substances, characterised in that the continuous flow of the jet of fluid is interrupted prior to and during mixing with the abrasive substance, and the main area of the interrupted jet encounters the abrasive substance, which is formed as a thin layer, and accelerates said substance in sudden spurts.

2. Method of cutting materials using a cutting jet formed from a fluid mixed with abrasive substances, characterised in that the continuous flow of the jet of fluid is reduced temporarily prior to and during mixing with the abrasive substance, and the main area of the reduced jet encounters the abrasive substance, which is formed as a thin layer, and accelerates said substance in sudden spurts.

3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that the abrasive substance flows continuously at right angles to the fluid jet, or respectively flows to and from the fluid jet, and portions of this abrasive substance are only ever separated.

4. Method according to claim 1 or 2, characterised in that the abrasive substance flows continuously towards an obstacle, is deposited thereon in a thin layer and is discontinuously accelerated therefrom by the fluid jet in sudden spurts.

5. Method according to claim 4, characterised in that the abrasive substance flows continuously, by means of centrifugal force, to a location from where it is discontinuously removed by means of the fluid jet.

6. Method according to claims 1 to 5, characterised in that, in order to interrupt or reduce the fluid jet, an object is moved into the flow path.

7. Method according to claim 6, characterised in that the object is moved continuously.

8. Method according to claim 6, characterised in that the object is moved discontinuously.

9. Method according to claims 1 to 5, characterised in that, in order to interrupt or reduce the fluid jet, air or vapour bubbles are continuously produced in the fluid jet.

10. Method according to claim 9, characterised in that the vapour bubbles are produced by the supply of energy, such as, for example, by means of electricity for arc production.

11. Device for accomplishing the method according to one or more of claims 1 to 10, having a nozzle (6) for a fine fluid jet to pass therethrough, an arrangement (1) disposed upstream of this nozzle (6) for producing a high fluid pressure, and an additional arrangement (10, 12; 10, 11), which is disposed downstream of the nozzle (6) for mixing the fluid jet with the abrasive substance characterised in that, for the periodic interruption or reduction of the crosssection of the fluid jet, a gas (25) or an object (10, 11, 15, 17, 18, 20, 22, 24) is displaceable tempo-

rally into the flow path of the jet, and an arrangement (12, 15) for making available the layer of abrasive substance, which is to be penetrated by the jet, is disposed beneath the flow path of the interrupted or reduced jet.

12. Device according to claim 11, characterised in that the layer of abrasive substance is disposed in a pipe (12), hose or the like, which is continuously traversed by the substance.

13. Device according to claim 11, characterised in that the layer of abrasive substance is disposed in a chamber (15).

14. Device according to claim 12 or 13, characterised in that the pipe (12) or the like, or the chamber (15), is provided with transverse apertures (13, 16) for the fluid jet to pass therethrough.

15. Device according to claim 14, characterised in that, in order to interrupt the jet, a rotatably mounted, perforated disc (15) is provided which has through-bores (16) on its external circumference.

16. Device according to claims 13 to 15, characterised in that the chamber comprises a rotatably mounted, circular hollow disc (15), which has, in the functional outer edge region, an annular chamber (15) which is closed radially outwardly and at its upper and lower ends, and the upper and lower walls of the annular chamber are provided, over the circumference of the hollow disc, with bores (16), which pierce the hollow disc transversely, for the fluid jet to pass therethrough.

17. Device according to claim 11, characterised in that, in order to interrupt the jet, electrodes (25) are disposed over the length of the nozzle or in the supply line upstream of the nozzle in order to supply electricity for arc production.

18. Device according to claim 11, characterised in that, in order to interrupt or reduce the jet, an impeller with transverse cross-piece members (17) is disposed in the flow path of the fluid jet.

19. Device according to claim 18, characterised in that the axle of the impeller is orientated perpendicularly to the fluid jet.

20. Device according to claim 18, characterised in that the axle of the impeller, such as a turbine wheel (11) for example, is orientated parallel to the fluid jet.

21. Device according to claim 19 or 20, characterised in that the impeller (10, 11, 15, 17, 18) is provided with its own drive means.

22. Device according to claim 11, characterised in that, in order to interrupt or reduce the jet, a pivotal body (19) is periodically displaceable into the flow path of the fluid jet.

23. Device according to claim 11, characterised in that, in order to interrupt or reduce the jet, a pivotal bar (22) (piezoelectricity) is provided which is set in motion electrically.

24. Device according to claim 11, characterised in that, in order to interrupt the jet, a frequencyactivated electromagnet (23) is provided.

25. Device according to claim 11, characterised in that, in order to reduce the jet, a valve is provided, and its closing mechanism is activated temporarily.

26. Device according to claim 11, characterised in that, in order to interrupt or reduce the jet, a multi-

piston pump is provided, by means of which the volumetric flow of the fluid is interruptable temporarily.

Revendications

1. Procédé pour découper des matériaux par un jet de fluide mélangé à des substances abrasives, caractérisé en ce que le jet de fluide est interrompu en continu avant et en vue du mélange avec la substance abrasive et que la face avant du jet interrompu rencontre la substance abrasive préparée en couche mince et l'accélère brusquement.

2. Procédé pour découper des matériaux par un jet de fluide qui est mélangé à des substances abrasives, caractérisé en ce que le jet de fluide est réduit pendant une courte période en continu, avant et en vue du mélange avec la substance abrasive et que la face avant du jet réduit rencontre la substance abrasive préparée en couche mince et l'accélère brusquement.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la substance abrasive arrive continuellement en direction transversale par rapport au jet de liquide ou se rapproche et s'écarte de ce jet de liquide et que des parties seulement de cette substance abrasive s'en trouvent séparées.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la substance abrasive s'écoule en continu contre un obstacle, s'y dépose en couche mince et est ensuite accélérée brusquement et de manière discontinue par le jet de liquide.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la substance abrasive est amenée en continu par la force centrifuge à un endroit d'où elle est éliminée de manière discontinue par le jet de liquide.

6. Procédé selon les revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire le jet de liquide, un objet est déplacé dans la trajectoire d'écoulement.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'objet est déplacé en continu.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'objet est déplacé de manière discontinue.

9. Procédé selon les revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire le jet de liquide, des bulles d'air ou de vapeur sont créées continuellement dans celui-ci.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les bulles de vapeur sont produites par apport d'énergie comme, par exemple, par l'électricité dans le cas de la formation d'un arc.

11. Dispositif pour mettre en oeuvre le procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 10, avec une tuyère (6) pour le passage d'un jet de liquide fin, avec un dispositif (1) précédant cette tuyère (6) pour produire une pression de liquide élevée et avec un autre dispositif (10, 12, 10, 11) disposé après la tuyère (6), destiné à mélanger le jet de liquide à la substance abrasive, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire périodiquement la section du jet de liquide, on dispose pendant une courte période un gaz (25) ou un objet (10, 11, 15, 17, 18, 20, 22, 24) dans la trajectoire du jet, de manière mobile et, en

dessous de la trajectoire du jet interrompu ou réduit, un dispositif (12, 15) destiné à rendre disponible la couche de substance abrasive qui doit être traversée par le jet.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la couche de substance abrasive est disposée dans un tube (12), un flexible ou élément analogue parcouru en continu par la substance.

13. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la couche de substance abrasive est disposée dans une chambre (15).

14. Dispositif selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que le tube (12) ou élément analogue ou la chambre (15) présente des perforations transversales (13, 16) pour permettre le passage du jet de liquide.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que, pour interrompre le jet, il est prévu un disque perforé (15) monté à pivot et pourvu, sur sa périphérie extérieure, de trous de passage (16).

16. Dispositif selon les revendications 13 à 15, caractérisé en ce que la chambre est constituée d'un disque creux circulaire (15) monté à pivot qui présente, dans la zone périphérique fonctionnellement extérieure, une chambre annulaire (15) fermée radialement vers l'extérieur, vers le haut et vers la bas et que, sur la périphérie du disque creux, la paroi supérieure et inférieure de la chambre annulaire est pourvue de trous (16) traversant transversalement le disque creux pour permettre le passage du jet de liquide.

17. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour interrompre le jet de liquide, des électrodes (25) sont disposées sur la longueur de la tuyère ou dans l'adduction précédant la tuyère, afin d'amener de l'électricité destinée à produire un arc électrique.

18. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire le jet, on dispose un rotor avec des traverses (17) dans la trajectoire du jet de liquide.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'axe du rotor est orienté perpendiculairement au jet de liquide.

20. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'axe du rotor qui peut être, par exemple, une roue de turbine (11), est disposé parallèlement au jet de liquide.

21. Dispositif selon la revendication 19 ou 20, caractérisé en ce que le rotor (10, 11, 15, 17, 18) est pourvu de sa propre transmission.

22. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire le jet, un corps oscillant (19) peut se déplacer périodiquement dans la trajectoire du jet de liquide.

23. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire le jet, il est prévu une barre oscillante (22) mise en mouvement électriquement (piézo-électricité).

24. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour interrompre le jet, il est prévu un électroaimant (23) activé suivant une certaine fréquence.

25. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour réduire le jet, il est prévu une

vanne et que le mécanisme de fermeture de celle-ci est actionné pendant une courte période.

26. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pour interrompre ou réduire le jet, il est prévu une pompe à plusieurs pistons qui permet d'interrompre le débit de liquide pendant une courte période. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

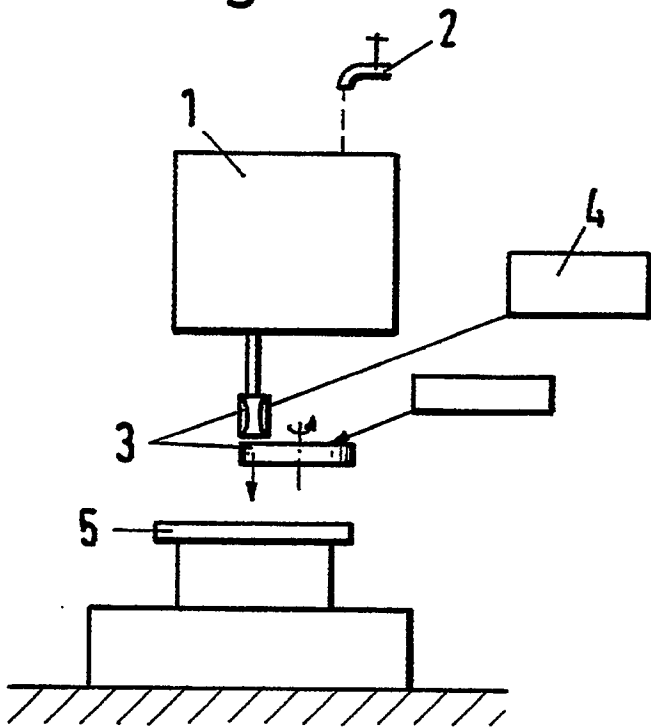


Fig.2.3

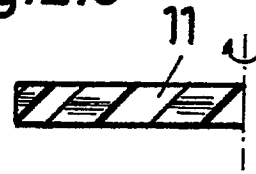


Fig.2.2

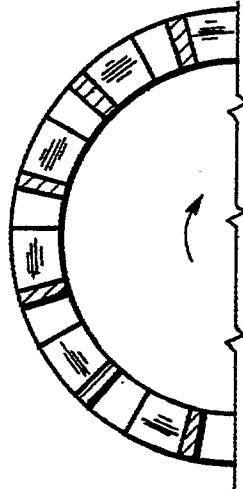


Fig. 2

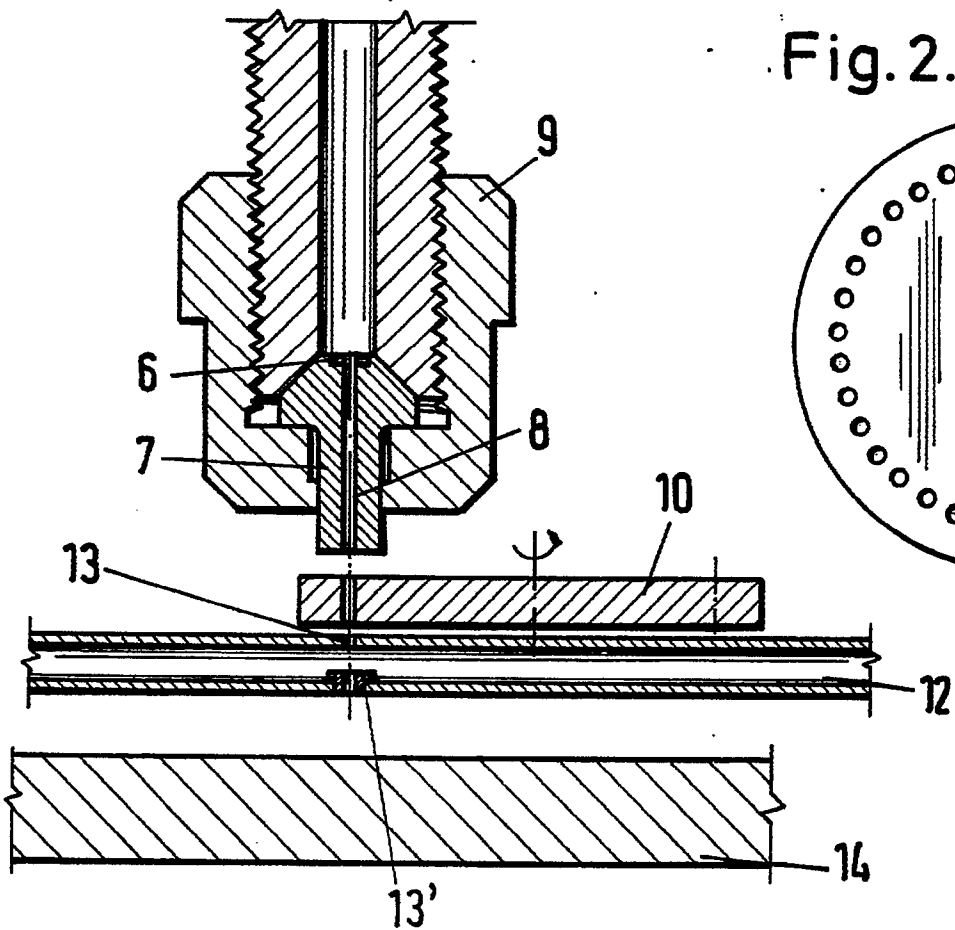


Fig.2.1

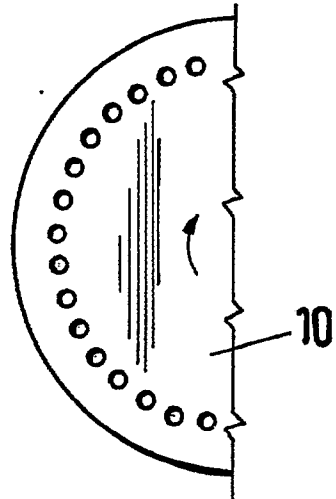


Fig.3

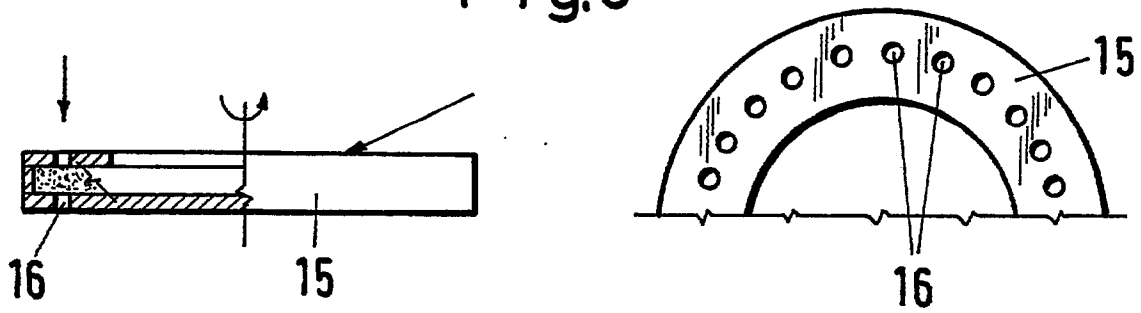


Fig.4

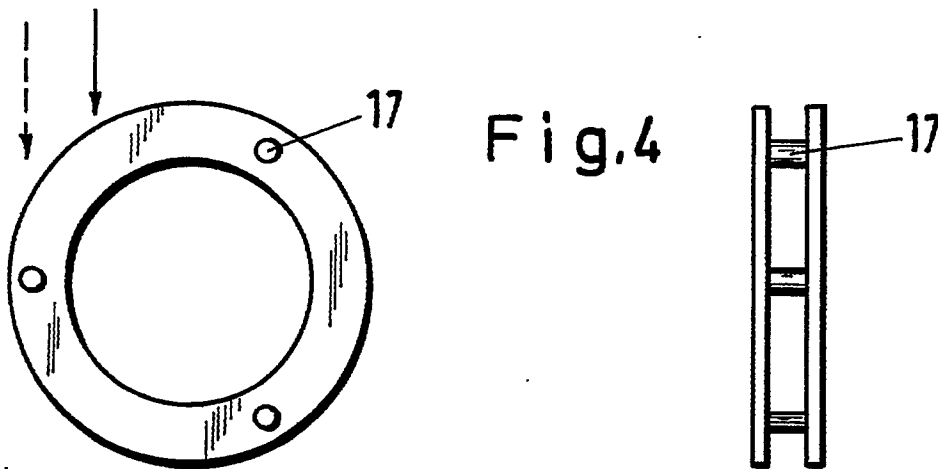


Fig.5

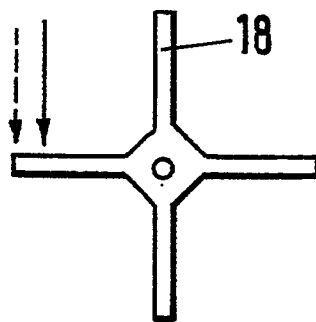


Fig.6

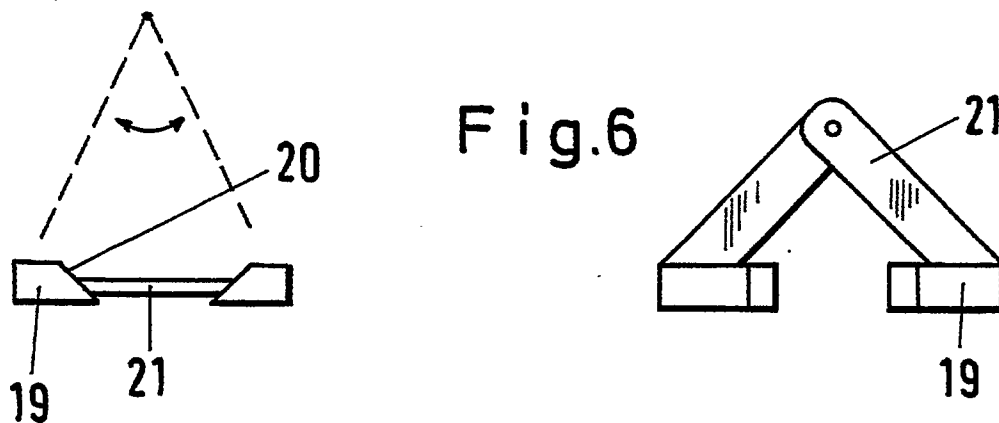


Fig.7

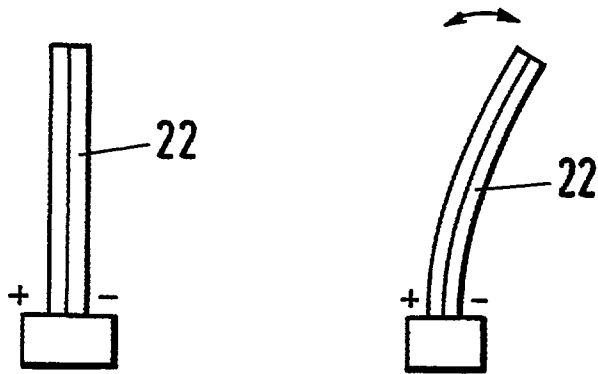


Fig.8

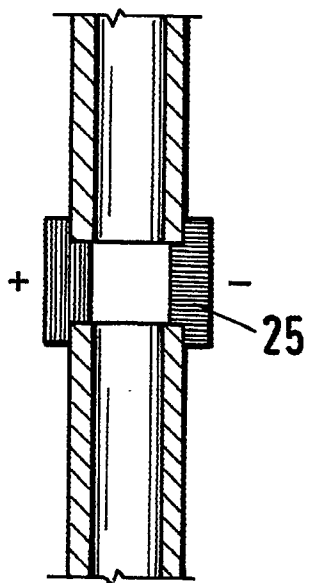


Fig.9

