



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer:

391 914 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 9089/85 SU85/00093

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : E21B 17/00  
B21J 5/08

(22) Anmeldetag: 26.11.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1990

(45) Ausgabetag: 27.12.1990

(56) Entgegenhaltungen:

GB-PS2104936

(73) Patentinhaber:

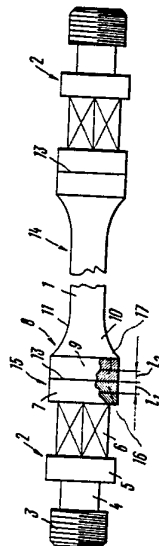
AZERBAIDZHANSKY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I  
PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY INSTITUT NEFTYANOGO  
MASHINOSTROENIA (AZINMASH)  
370603 BAKU (SU).

(72) Erfinder:

KARAEV ISLAM KARIM OGLY  
BAKU (SU).  
SHIKHLINSKY TALAT MAMAI OGLY  
BAKU (SU).  
POLIKHONOV KONSTANTIN POLIKHONOVICH  
OCHER (SU).  
SUTOVSKY PAVEL MOISEEVICH  
BAKU (SU).  
AVAKIAN EMILIA VLADIMIROVNA  
BAKU (SU).  
SEMKN NIKOLAI VLADIMIROVICH  
BAKU (SU).  
RABINOVICH AVRAAM MENDELEVICH  
BAKU (SU).  
DZHABAROV RAUF DZHABADOVICH  
BAKU (SU).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON AUS EINEM STAB UND ENDKÖPFEN BESTEHENDEN PUMPENSTANGEN

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zur Herstellung von aus einem Stab (1) und Endköpfen (2) bestehenden Pumpenstangen, bei dem die Endabschnitte (8) des Stabes (1) bei einer die Entfestigung des Metalls des Stabes (1) ausschließenden Temperatur gestaucht werden, wobei auf jedem der Endabschnitte (8) ein Wulst, dessen Breite in der zur Achse des Stabes (1) senkrechten Richtung gleich oder größer als der maximale Durchmesser des Kopfes (2) in der Zone der Schweißverbindung und dessen Länge größer als die Breite der Zone (17) der Wärmeeinwirkung beim Schweißen ist, sowie ein Übergangsabschnitt (10) gebildet werden, der in Form eines Drehkörpers ausgebildet wird, der im Querschnitt stufenlos und ununterbrochen in Richtung vom Wulst (9) zum Stab (1) hin abnimmt. Nach dem Stauchen erfolgt ein Preßschweißen jedes Endkopfes (2) mit dem Wulst (9) auf dem Endabschnitt (8) des Stabes (1) und eine Drehbearbeitung der Zone der Schweißverbindung.



AT 391 914 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von aus einem Stab und Endköpfen bestehenden Pumpenstangen, welches deren Preßschweißen, bei dem Wärmeeinwirkungszonen entstehen, sowie eine Drehbearbeitung der Zone der Schweißverbindung einschließt.

Die über ein Gewinde miteinander verbundenen Pumpenstangen dienen zur Übertragung einer hin- und hergehenden Bewegung vom Pumpenbock, der an der Bohrlochmündung angeordnet ist, auf eine am unteren Ende der Rohrtour angeordnete Bohrlochpumpe, über die das Erdöl aus dem Bohrloch gefördert wird.

Die Pumpenstangen, die gemäß dem Standard APJ Spec 11B als einteilige Stücke im ganzen hergestellt werden, bestehen aus langen zylindrischen Stäben, deren Enden mit Gewindeköpfen versehen sind.

Der Übergang vom Kopf zum Stab ist stufenlos ausgebildet, und die Erzeugende dieses Überganges hat die Form eines zur Staberzeugenden tangential verlaufenden Kreisbogens, wobei der Mittelpunkt der Staberzeugenden außerhalb der Stange liegt. Eine derartige Form des Kopf-Stab-Überganges ist erforderlich, um die Spannungskonzentrationen in der Übergangszone sowohl während des Pumpbetriebes als auch beim Halten der Bohrgestängemasse während der Ein- und Ausbauarbeiten am Bohrloch mittels einer speziellen Einrichtung, nämlich eines Elevators, zu reduzieren, bei dem die mit dem Übergangsabschnitt der Stange in Berührung tretende Oberfläche entsprechend der Form dieses Abschnitts ausgebildet ist. Durch eine derartige Form des Kopf-Stab-Überganges wird die mit dem Elevator in Berührung tretende Stangenoberfläche gegen lokale Quetschungen und Verschleiß geschützt, der im weiteren zur Entwicklung einer Zone führen könnte, wo Korrosions- und Ermüdungsrisse gebildet werden, die die nachfolgende Zerstörung hervorrufen.

Während des Pumpbetriebes werden die Stangen einer zusammengesetzten zyklischen Belastung bei der Übertragung der hin- und hergehenden Bewegung auf die Pumpenkolben, der Einwirkung des im geförderten Erdöl enthaltenden Korrosionsmediums sowie Biegebeanspruchungen beim Einsatz in gekrümmten und geneigten Bohrlöchern ausgesetzt. Die Gewindeverbindungen der Stangen werden ferner beim Zusammen- und Auseinanderschrauben verschlissen.

Durch eine solche Kombination von Einwirkungen auf die Stangen werden hohe Spannungen sowie Brüche in den Gewindeverbindungen und in der Übergangszone vom Stab zum Kopf verursacht.

Da die Stangen im Betrieb aufeinanderfolgend und übereinander angeordnet sind und ununterbrochen im Dauerbetrieb sind, werden an ihre Zuverlässigkeit besonders hohe Anforderungen gestellt. Eine hohe Zuverlässigkeit der Stangen ist umso mehr erforderlich, als der Bruch der einen Stange zur Beschädigung der anderen Stangen des Bohrgestänges führt, was eine Unterbrechung des Bohrlochbetriebes und aufwendige Reparaturarbeiten am Bohrloch zur Folge hat.

Somit ist eine zuverlässige Funktion der Stangen das Hauptkriterium ihrer Konstruktion.

Im Hinblick auf eine Massenproduktion von Stangen und den beträchtlichen Aufwand für ihre Herstellung, vor allem dem beträchtlichen Verbrauch an kostspieligem, für die Herstellung verwendetem Legierungsstahl, wurde bereits vorgeschlagen, Stangen anstatt als einteilige Stücke als Schweißkonstruktionsteile herzustellen.

Aus der GB-PS 2 104 936 ist ein Verfahren zur Herstellung von aus einem Stab und Endköpfen bestehenden Pumpstangen bekannt, welches ein Preßschweißen, bei dem Wärmeeinwirkungszonen entstehen, sowie eine Drehbearbeitung der Zone der Schweißverbindung einschließt. Bei der Durchführung dieses Verfahrens werden Köpfe verwendet, deren Konfiguration mit der Konfiguration der Köpfe der als einteilige Stücke ausgeführten Stangen gemäß dem APJ Spec 11B übereinstimmt. Das Preßschweißen, insbesondere Reibungsschweißen, wird an den Oberflächen durchgeführt, die den gleichen Querschnitt wie der Stab haben.

Durch diese bekannte Herstellungstechnik wird jedoch die Betriebszuverlässigkeit der Stangen aus mehreren Gründen nicht gewährleistet. So wird die Schweißverbindung auf einem minimalen Stangenquerschnitt ausgeführt, und sie liegt auf einem besonders ungünstigen Stangenabschnitt, nämlich an der Übergangsstelle vom Stab zum Kopf, wo die konstruktionsbedingten Spannungskonzentrationen infolge Stangenquerschnittsänderung besonders zur Geltung kommen. Infolge der beim Schweißen unvermeidbaren Ungenauigkeit des Anschweißens des Kopfes am Stab, die durch Fehler bei der Anordnung der Teile in der Schweißmaschine sowie durch Maßabweichungen der zu verschweißenden Teile verursacht wird, bleiben in der Verbindungszone nach dem Entgraten unvermeidlich Absätze und andere Fehler, die sich auf die Korrosions- und Ermüdungsfestigkeit der Stangen negativ auswirken. Ferner ändert sich bei der Hochtemperaturerhitzung beim Schweißen das ursprüngliche Metallgefüge in der Wärmeeinwirkungszone, was sich auch auf die Tragfähigkeit der Verbindung negativ auswirkt und die Möglichkeit praktisch ausschließt, vorverfestigtes Walzgut für die Stangenherstellung wirkungsvoll zu verwenden. Das ist besonders wichtig, weil das durch die Wärmebehandlung und insbesondere durch die thermo-mechanische Behandlung verfestigte Walzgut aus kohlenstoffhaltigen und niedriglegierten Stählen hohe Festigkeits- sowie Plastizitätswerte und eine erhöhte Dauerstandfestigkeit, und zwar auch bei der Einwirkung eines Korrosionsmediums, hat, so daß es zur Herstellung von Stäben für Schweißstangen anstelle des kostspieligen hochlegierten Walzgutes verwendet werden könnte.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs angeführten Art vorzusehen, bei dem der Stab so verarbeitet wird, daß das Stabmetall nicht die Festigkeit verliert, und die Verschweißung mit den Köpfen beim maximalen Stangenquerschnitt ermöglicht wird, wodurch eine hohe Betriebszuverlässigkeit der Pumpenstangen und ein verringerter Kostenaufwand für ihre Herstellung gewährleistet sowie die Verwendung des vorverfestigten Walzgutes ohne Wärmebehandlung der Stangen im ganzen ermöglicht wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren der eingangs angegebenen Art ist dadurch gekennzeichnet, daß die Endabschnitte des Stabes vor dem Schweißen bei einer Temperatur, bei der die Festigkeit des Metalls des Stabes gewahrt bleibt, gestaucht werden, wobei auf jedem der Endabschnitte ein Wulst, dessen Breite in der zur Achse des Stabes senkrechten Richtung gleich dem oder größer als der maximale Durchmesser des Kopfes in der Zone der Schweißverbindung und die Länge größer als die Breite der Zone der Wärmeeinwirkung beim Schweißen ist, sowie ein Übergangsabschnitt gebildet werden, der in Form eines Drehkörpers ausgebildet wird, der im Querschnitt stufenlos und ununterbrochen in Richtung vom Wulst zum Stab hin abnimmt.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Mantellinie des Drehkörpers einen Kreisbogen darstellt. Auch ist es günstig, wenn die Länge des Wulstes auf jedem Endabschnitt des Stabes in einem Bereich von 0,3 bis 0,4 des maximalen Kopfdurchmessers gewählt wird.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Pumpenstangen wird eine hohe Betriebszuverlässigkeit dieser Stangen gewährleistet, was dadurch bedingt ist, daß die Schweißverbindung zwischen den Endköpfen und dem Stab an Stellen mit maximalem Querschnitt und in einem Stangenabschnitt mit den minimalen Spannungen hergestellt wird.

Das Stauchen der Stababschnitte mit einer einfachen Form unter Verformung eines geringen Metallvolumens gestattet es, diesen Vorgang bei relativ niedrigen Temperaturen durchzuführen, wodurch das Ausgangsmetall des Stabes nicht entfestigt wird. Das ermöglicht, das wärmevorbehandelte, und zwar auch das vergütete (durch Härten mit Anlassen auf hohe Temperaturen) oder das durch thermo-mechanische Behandlung verfestigte Metall anstelle von kostspieligem hochlegierten Walzgut zur Herstellung der Stäbe zu verwenden.

Der beim Stauchen entstehende Übergangsabschnitt in Form eines Drehkörpers entspricht der im Standard APJ Spec 11B vorgesehenen Form des Überganges vom Stab zum Kopf der als ganze Stücke ausgeführten Stangen, wodurch ihre Betriebszuverlässigkeit gewährleistet und der Einsatz von Elevatoren ermöglicht wird, die für den Stangenein- und -ausbau serienmäßig eingesetzt werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Pumpenstangen wird somit eine hohe Zuverlässigkeit beim Pumpbetrieb erzielt und die Verwendung von vorverfestigtem Walzgut für die Stangenstäbe ohne Wärmebehandlung der Stangen im ganzen ermöglicht, wodurch der Kostenaufwand für deren Herstellung reduziert wird und die Notwendigkeit der Verwendung von Ausrüstungen für eine Wärmebehandlung der Stangen entfällt.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung weiter erläutert; es zeigen: Fig. 1 in einer Ansicht einen Endkopf und einen Teil eines Stabes vor dem Stauchen seines Endabschnittes; Fig. 2 in einer Ansicht entsprechend Fig. 1 den Endkopf und den Stab nach dem Stauchen des Endabschnittes des Stabes; Fig. 3 in einer entsprechenden Ansicht den Endkopf und den Stab, der nun am Endkopf angeschweißt ist; und Fig. 4 in einer teilweise aufgeschnittenen Ansicht die fertige Pumpenstange.

Bei der Herstellung von Pumpenstangen aus einem Stab (1) mit dem Durchmesser (d) (Fig. 1) und Endköpfen (2) werden als erstes dieser Stab (1) und die beiden Endköpfe (2) (in Fig. 1 ist nur ein Kopf (2) dargestellt) vorgefertigt, wobei jeder Kopf (2) aus einem Gewindeabschnitt (3), einer hinter dem Gewinde liegenden Rille (4), einem Anschlagbund (5) und einem quadratischen Hals (6) besteht, wobei diese Abschnitte gemäß den Anforderungen des Standards APJ Spec 11B gefertigt werden, und ferner einen Bund (7) mit dem Durchmesser (D) hat, der der größte Durchmesser des Kopfes (2) und gleich dem Durchmesser des Anschlagbundes (5) ist. Dabei wird der Kopf (2) einer abhängig vom verwendeten Werkstoff erforderlichen Wärmevorbehandlung vor der mechanischen Fertigbearbeitung unterzogen.

Die Werkstoffe und die Wärmebehandlung des Kopfes (2) und des Stabes (1) können beim erfindungsgemäßen Verfahren in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen der herzustellenden Stangen gleich oder verschieden sein. Falls erforderlich, kann für die Herstellung der Köpfe (2) ein Werkstoff mit höheren mechanischen Eigenschaften verwendet werden, wodurch die Abmessungen der Köpfe (2) reduziert werden und der Einsatz der Stangen in einem Rohrstrang mit einem kleineren Durchmesser ermöglicht wird, was von großem Vorteil ist.

Vor dem Zusammenschweißen des Stabes (1) und der Endköpfe (2) werden die Endabschnitte (8) des Stabes (1) auf einer Horizontal-Schmiedemaschine oder auf einer Presse bei einer Temperatur gestaucht, bei der die Entfestigung des Metalls des Stabes (1) ausgeschlossen ist. Dabei darf die Stauchtemperatur die minimale Temperatur nicht überschreiten, auf die das Metall des Stabes (1) bei dessen Wärmevorbehandlung erhitzt worden ist. Wenn beispielsweise das Metall des Stabes (1) bei einer Temperatur von ca. 900 °C normalgeglüht worden ist, soll der Endabschnitt (8) beim Stauchen bis auf eine Temperatur von ca. 750 °C bis 800 °C erhitzt werden. Wenn das Härten mit dem Anlassen auf hohe Temperaturen des Stabes (1) bei einer Temperatur von ca. 650 °C durchgeführt worden ist, so darf die Stauchtemperatur einen Wert von ca. 600 bis 620 °C nicht überschreiten.

Vorzugsweise werden die Endabschnitte (8) kurzzeitig, beispielsweise durch Induktionserwärmung mit Hochfrequenzstrom, erhitzt.

Da die Endabschnitte (8) des Stabes (1) bei einer die Entfestigung des Metalls des Stabes (1) ausschließenden Temperatur gestaucht werden, kann für dessen Herstellung ein wärmevorbehandeltes Metall anstelle des teuren hochlegierten Walzgutes verwendet werden.

Beim Stauchen der Endabschnitte (8) des Stabes (1) wird auf jedem von ihnen ein Wulst (9) (Fig. 2) und ein Übergangsabschnitt (10) gebildet. Die Breite des Wulstes (9) in der zur Achse des Stabes (1) senkrechten

Richtung (Durchmesser ( $D_1$ ) im gezeigten Ausführungsbeispiel) ist gleich dem oder größer als der Durchmesser ( $D$ ) des Kopfes (2) in der Zone der Schweißverbindung, und die Länge ( $l$ ) überschreitet die Breite der Zone der Wärmeeinwirkung beim Schweißen.

Die Länge ( $l$ ) des Wulstes (9) wird auf der Basis von experimentellen Schweißwerten unter Berücksichtigung der konkreten Werkstoffe und der Abmessungen der anzuschweißenden Köpfe (2) und des Stabes (1) sowie unter dem Vorbehalt gewählt, daß die Wärmeeinwirkungszone innerhalb der Länge ( $l$ ) des Wulstes (9) liegen soll. Beim Reibungsschweißen, das für die Herstellung von Pumpenstangen besonders geeignet ist, wird beispielsweise jeder zu verschweißende Teil bei einem Durchmesser der Stangenköpfe (2) von  $D = 31$  mm bis 62 mm um 3 mm bis 5 mm oder um ca.  $0,1 D$  verkürzt. Dabei beträgt die Breite der Wärmeeinwirkungszone auf dem Kopf (2) und dem Stab (1) beim Schweißen 4 bis 8 mm oder ca.  $0,12$  bis  $0,15 D$ .

Somit soll die Länge ( $l$ ) des Wulstes (9) größer als die Summe der Verkürzung beim Schweißen und der Breite der Wärmeeinwirkungszone, d. h. größer als  $0,25 D$  sein. Deswegen ist es besonders zweckmäßig, die Länge ( $l$ ) des Wulstes (9) in einem Bereich von  $0,3$  bis  $0,4 D$  zu wählen. Die Breite des Bundes (7) des Endkopfes (2) wird ungefähr so groß wie die Länge ( $l$ ) des Wulstes (9) angenommen, kann jedoch in Abhängigkeit vom anzuwendenden Schweißverfahren auch anders sein.

Der Übergangsabschnitt (10) ist in Form eines Drehkörpers ausgebildet, dessen Querschnitt stufenlos und kontinuierlich in Richtung vom Wulst (9) zum Stab (1) hin abnimmt. Dabei folgt die Mantellinie (11) des Drehkörpers im gezeigten Ausführungsbeispiel einem Kreisbogen (Radius ( $R$ )), der zur Erzeugenden des Stabes (1) tangential verläuft, deren Zentrum außerhalb der Stange liegt. Es ist auch möglich, die Mantellinie (11) als Kombination eines Kreisbogens mit einem Abschnitt einer Geraden auszubilden, die relativ zur Erzeugenden des Stabes (1) geneigt ist.

Die oben dargestellten Formen des Übergangsabschnitts (10) sind entsprechend dem Standard APJ Spec 11B gewählt, wobei die Betriebszuverlässigkeit und die Möglichkeit eines Einsatzes von serienmäßigen Elevatoren gewährleistet sind.

Die Form des Übergangsabschnitts (10) kann von der dargestellten abweichen, soll aber stufenlos ausgebildet sein und eine minimale Spannungskonzentration in der Übergangszone sichern sowie eine Oberflächenbeschädigung der Stangen und des Elevators bei der Durchführung der Ein- und Ausbaurbeiten verhindern.

Nach dem Stauchen der Endabschnitte (8) des Stabes (1) wird er mit den Endköpfen (2) durch Preßschweißen, insbesondere durch Reibungsschweißen, verbunden, wobei ein Grat (12) (Fig. 3) entsteht. Dabei ist es sehr wichtig, daß die Schweißverbindung über die Stirnflächen der Köpfe (2) und des Stabes (1), deren maximale Flächen  $(\pi D^2)/4$  bzw.  $(\pi D_1^2)/4$  betragen, sowie auf dem Stangenabschnitt ausgeführt wird, auf dem minimale Spannungen auftreten. Dadurch wird eine hohe Zuverlässigkeit der Schweißverbindung der Stange erzielt, weil ihre Fläche die Querschnittsfläche  $(\pi d^2)/4$  der übrigen Stange (1) bedeutend überschreitet.

Abschließend erfolgt eine Drehbearbeitung der Zone der Schweißverbindung um den Grat (12) zu beseitigen und die an der Schweißnaht (13) (Fig. 4) benachbarten Flächen des Kopfes (2) und des Wulstes (9) des Stabes (1) zu bearbeiten.

Damit wird eine Pumpenstange (14) erhalten, die einen abgedrehten zylindrischen Abschnitt (15) ohne Absätze, Kerben und andere mögliche Fehler in der Zone der Schweißverbindung aufweist. In Fig. 4 sind auch die Wärmeeinwirkungszone (16 und 17) mit der Breite ( $l_1$  und  $l_2$ ) beidseits der Schweißnaht (13) veranschaulicht. Um die Sicherheit der Schweißverbindung zu gewährleisten, sollen die Grenzen der Zonen (16 und 17) im Bereich des zylindrischen Abschnitts (15) liegen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können nicht nur Stangen (14) mit zwei Außengewinden an Endköpfen (2), sondern auch Stangen (14) hergestellt werden, bei denen der eine der Endköpfe (2) ein Innengewinde hat.

Somit genügen die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Stangen den Anforderungen des Standards APJ Spec 11B, und sie zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit sowie die Möglichkeit der Verwendung von vorverfestigtem Walzgut aus, erfordern keinen großen Kapitalaufwand bei deren Herstellung und gestattet es, die Produktionskosten zu reduzieren.

5

## PATENTANSPRÜCHE

10

1. Verfahren zur Herstellung von aus einem Stab und Endköpfen bestehenden Pumpenstangen, welches deren  
Preßschweißen, bei dem Wärmeeinwirkungszonen entstehen, sowie eine Drehbearbeitung der Zone der  
Schweißverbindung einschließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Endabschnitte (8) des Stabes (1) vor dem  
15 Schweißen bei einer Temperatur, bei der die Festigkeit des Metalls des Stabes (1) gewahrt bleibt, gestaucht  
werden, wobei auf jedem der Endabschnitte (8) ein Wulst (9), dessen Breite in der zur Achse des Stabes (1)  
senkrechten Richtung gleich dem oder größer als der maximale Durchmesser des Kopfes (2) in der Zone der  
Schweißverbindung und die Länge größer als die Breite der Zone (17) der Wärmeeinwirkung beim Schweißen ist,  
20 sowie ein Übergangsabschnitt (10) gebildet werden, der in Form eines Drehkörpers ausgebildet wird, der im  
Querschnitt stufenlos und ununterbrochen in Richtung vom Wulst (9) zum Stab (1) hin abnimmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mantellinie (11) des Drehkörpers einen  
Kreisbogen darstellt.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge des Wulstes (9) auf jedem  
Endabschnitt (8) des Stabes (1) in einem Bereich von 0,3 bis 0,4 des maximalen Durchmessers des Kopfes (2)  
gewählt wird.

30

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

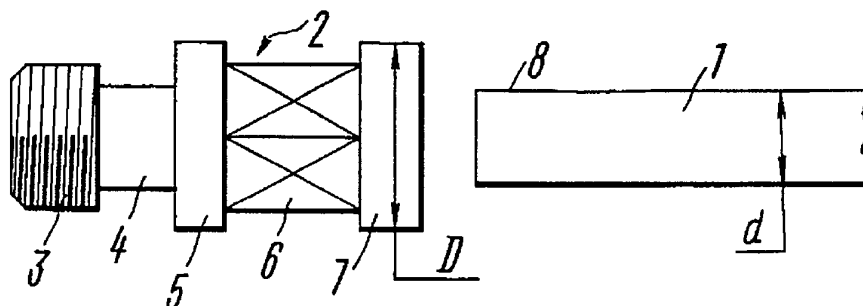


FIG. 1

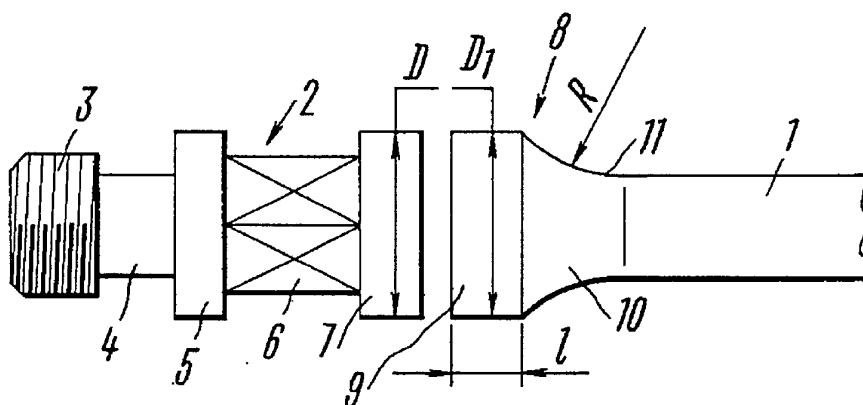


FIG. 2

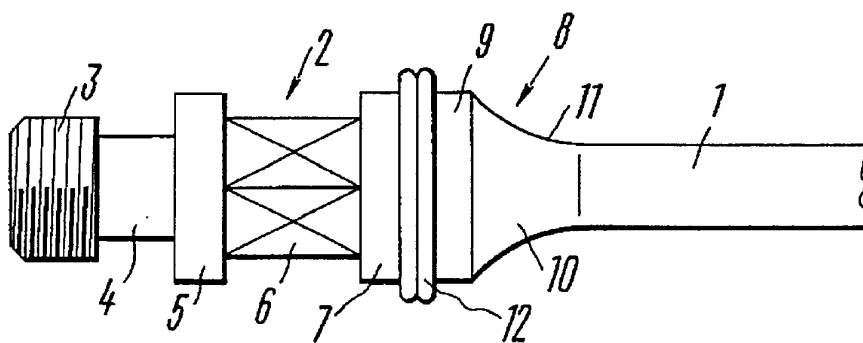


FIG. 3

