

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 703 015 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**17.12.1997 Patentblatt 1997/51**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B21B 19/06**

(21) Anmeldenummer: **95250208.6**

(22) Anmeldetag: **24.08.1995**

### (54) Kalibrierung der Walzen eines Schrägwalzwerkes

Calibration for the rolls of a skew-rolling mill

Calibrage pour les cylindres d'un laminoir à cylindres obliques

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT**

(30) Priorität: **12.09.1994 DE 4433397**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.03.1996 Patentblatt 1996/13**

(73) Patentinhaber:  
**MANNESMANN Aktiengesellschaft  
40213 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:

- **Arnautu, Gheoghe**  
**D-40472 Düsseldorf (DE)**
- **Häusler, Karl Heinz**  
**D-41352 Korschenbroich (DE)**
- **Pietsch, Jürgen**  
**D-41061 Mönchengladbach (DE)**
- **Vorswinckel, Gunter**  
**D-41779 Mönchengladbach (DE)**
- **Wengenroth, Karl-Helmut**  
**D-52072 Aachen (DE)**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
**Meissner & Meissner,**  
**Patentanwaltsbüro,**  
**Hohenzollerndamm 89**  
**14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 2 718 219**                      **DE-A- 3 823 135**  
**FR-A- 2 560 077**

- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section Ch,**  
**Week 8807 18.Februar 1988 Derwent**  
**Publications Ltd., London, GB; Class M21, AN**  
**88-048241 & SU-A-1 321 493 (PIPE IND RES**  
**INST) , 7.Juli 1987**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8 no. 83 (M-**  
**290) ,17.April 1984 & JP-A-59 001007**  
**(KAWASAKI JUKOGYO) 6.Januar 1984,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15 no. 513**  
**(M-1196) ,26.Dezember 1991 & JP-A-03 226303**  
**(JAPAN STEEL WORKS) 7.Oktober 1991,**

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 0 703 015 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Kalibrierung der Walzen eines Schrägwalzwerkes zum Walzen von Rohren aus vorgelochten Hohlkörpern über einen Dorn, insbesondere eines Asselwalzwerkes mit mindestens drei um  $120^\circ$  gegeneinander versetzten, um den Spreizwinkel  $\alpha$  gegenüber der Walzachse geneigt und um den Transportwinkel  $\gamma$  zur Walzachse geschwenkt angeordneten Walzen mit jeweils einem Einlaufkonus, einem Arbeitsteil (Schulter) und einem Glätteil, an den sich ein Rundekonus anschließt.

Bei den verschiedenen bekannten Schrägwalzverfahren zum Lochen und Strecken von Massiv- und Hohlblöcken aus Metall nach Mannesmann, Stiefel, Diescher und Asse treten schraubenlinienförmig verlaufende Wanddickenungleichheiten am Hohlblock bzw. Rohr auf, die sogenannten Wendel. Diese wirken sich im Querschnitt des Hohlkörpers als Exzentrizität, d.h. Abweichung der Mittelpunkte von Innen- und Außenkreis zueinander und im Längsschnitt als periodisch verlaufende und sich miteinander abwechselnde Verdickung und Verdünnung der Wand aus. Diese Abweichungen können bei entsprechender Größe eine Verschlechterung der Rohrqualität darstellen. Allgemein ist der Rohrwalzer aber bestrebt, eine bestmögliche Formgenauigkeit zu erreichen, um unerwünschten Ausschuß zu vermeiden.

Die Ursache für die Wendelbildung liegt in der Hauptsache in einer unzureichenden Kalibrierung der Walzen. Bei Lochschrägwalzanlagen als der Vorstufe zum Walzen eines Rohres kann dies noch vernachlässigt werden, wenn der obligatorisch folgende Walzvorgang ein Längswalzverfahren ist. Dies kann z.B. das Walzen in einer Stopfenstraße, einer Stoßbank oder einer Rohr-Kontinentalstraße sein. In Längswalzverfahren werden die Wendel z.T. eingeebnet, wenn auch nicht ganz beseitigt.

Ist der nachfolgende Walzvorgang aber wieder ein Schrägwalzverfahren, z.B. in einer Diescher- oder Asselwalzanlage, werden die Wendel aus dem Lochvorgang nicht komplett geglättet, es werden im Gegenteil zusätzlich neue Wendel erzeugt, welche die vorhandenen Wendel überlagern und damit noch verstärken können.

Das vor etwa 60 Jahren von Walter Assel entwickelte Asselwalzverfahren zur Herstellung von Wälzlager- und dickwandigen Drehteilrohren mit einem Durchmesser/Wanddickenverhältnis von etwa 16:1 wurde durch permanente Verbesserungen zu einem leistungsfähigen Streckverfahren weiterentwickelt. Es findet Anwendung bei der Herstellung von Rohren mit mittleren und starken Wanddicken und insbesondere solchen, die einwandfreie Oberflächen und enge Toleranzen haben sollen, wie das beispielsweise für das Herstellen von Wälzlagerstahlrohren der Fall ist. Das Asselwalzwerk arbeitet nach dem Prinzip des Schrägwalzens über Dornstangen, wobei drei konische Walzen im Eingriff sind, die um jeweils  $120^\circ$  gegeneinander

versetzt gegenüber der Walzgutachse schräg gelagert sind. Darüber hinaus sind die Walzen senkrecht zur Walzenachse verstellbar, so daß eine Vielzahl von Rohrdurchmessern auf einem Asselwalzwerk herstellbar ist. Die Arbeitswalzen des Asselwalzwerkes bestehen im wesentlichen aus einem Einlaufteil, einem Arbeitsteil (Schulter), aus einem Glätteil und einem Auslauf- und Rundungsteil. Die Hauptumformarbeit findet im Arbeitsteil an den Schultern statt. Gegenüber dem Diescher-Verfahren, bei dem bekanntlich zwei sogenannte Tonnenwalzen eingesetzt werden, hat das Asselverfahren Vorteile, wie einmal die bessere Walzgutführung durch den Einsatz von mindestens drei Walzen und die fehlende Notwendigkeit, Führungsscheiben einsetzen zu müssen. Ein besonderer Vorteil besteht darin, daß Asselwalzanlagen einen wesentlich kleineren Walzendurchmesser benötigen, was dazu führt, daß diese Anlagen in der Regel kleiner gebaut werden können als entsprechende Diescher-Walzanlagen.

Beim Asselverfahren ragt der Hohlblock bis unmittelbar in die Umformzone hinein und stabilisiert mit seiner dicken Wand die Wand des bereits gewalzten Rohres auch noch hinter der Umformzone im sogenannten Glätteil der Walzen und verhindert auf diese Weise eine übermäßige Triangulation. Es sind somit Durchmesser/Wanddickenverhältnisse von  $> 35:1$  möglich, wenn bestimmte Vorkehrungen getroffen werden, um die Rohrenden ohne Trichterbildung auswalzen zu können (DE 38 23 135).

Nicht gelöst wurde bisher, wie beim Asselverfahren die eingangs geschilderte Wendelbildung verhindert bzw. verringert werden kann. Obwohl bei herkömmlichen Asselverfahren, also bei relativ dicken Wänden bekanntermaßen enge Wanddickentoleranzen von  $\pm 4\%$  bis  $\pm 7\%$  erreicht werden, lassen die Toleranzen bei dünnen Wänden noch zu wünschen übrig. Es ist erforderlich, insbesondere in Hinsicht auf dünne Wanddicken beim Asselverfahren diese Toleranzen durch Verhinderung oder Verminderung der Wendel weiter zu verbessern. Darin besteht das Ziel der vorliegenden Erfindung.

Um dieses Ziel zu erreichen, schlägt die vorliegende Erfindung in Verbindung mit den Merkmalen im Oberbegriff des Patentanspruchs die Kombination der folgenden Maßnahmen vor:

a) Die Schwenkachse X-X, um die jede Walze zur Bildung des Transportwinkels  $\gamma$  geschwenkt ist, schneidet die Walzgutachse Y-Y senkrecht und verläuft durch die Mitte des Glätteils.

b) Der Glätteil der Walze ist entsprechend dem dort vorhandenen Rohrdurchmesser (Stangendurchmesser + 2mal Wandstärke) konkav ausgebildet.

c) Die Länge des Glätteils der Walze ist so gewählt, daß die Überdeckung der Glätteile aller drei Walzen 115 bis 150 % beträgt.

d) Der Transportwinkel  $\gamma$  der Walzen beträgt  $7^\circ$  bis  $15^\circ$ , vorzugsweise  $10^\circ$ .

Der für den Transportwinkel  $\gamma$  der Walzen angegebene Bereich berücksichtigt die Tatsache, daß theoretisch das erfindungsgemäße Kaliber nur für einen einzigen Rohrdurchmesser optimal eingesetzt werden könnte. Da in der Praxis aber auf Asselwalzanlagen unterschiedliche Rohrdurchmesser gewalzt werden, ist zunächst die Krümmung des Glätteils so auszubilden, daß sie einen mittleren Rohrdurchmesser entspricht. Hierdurch ergibt sich zwar eine geringfügige Verschlechterung der Wanddickentoleranz, die jedoch dadurch korrigiert werden kann, daß der Transportwinkel  $\gamma$  in dem angegebenen Bereich geändert werden kann, wodurch eine optimale Lage der Mantellinie des Glätteils zum Rohr eingestellt werden kann.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen lassen sich erhebliche Verbesserungen der Wanddickentoleranzen, insbesondere bei dünnen Wänden erreichen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Es zeigt:

- Figur 1 Eine der drei Asselwalzen eines herkömmlichen Asselwalzwerkes in der Längsmittlebene des Rohres mit einer s.g. divergenten Walzenstellung.
- Figur 2 Eine Draufsicht auf die Asselwalze mit Transportwinkel  $\gamma = 0$ .
- Figur 3 Eine Draufsicht auf die erfindungsgemäß verschwenkte Asselwalze und
- Figur 4 eine Seitenansicht einer der erfindungsgemäß kalibrierten Asselwalzen.

Die Walze 1 besteht nach Figur 1 aus dem Einlaufkonus 2, dem Arbeitsteil (Schulter) 3, dem Glätteil 4 und dem Rundekonus 5. Einlaufkonus 2 und Glätteil 4 haben gerade Mantellinien, wobei der Einlaufkonus 2 auch in zwei Konen mit unterschiedlichen Kegelwinkeln unterteilt sein kann. Dies ist auch beim Rundekonus 5 bekannt. Es sind auch Rundekonen mit konvexen Mantellinien bekannt.

Im Einlaufkonus 2 wird der Hohlblock 6 gefaßt, in Drehung versetzt und in die Walze 1 eingezogen. Dabei werden Außen- und Innendurchmesser des Hohlblockes 6 soweit verkleinert, daß der Hohlblock 6 mit seiner unter der Walze 1 liegenden Innenoberfläche die Dornstange 8 berührt. Eine wesentliche Wanddickenreduktion findet hier noch nicht statt. Die Wanddicke wird entscheidend erst unter der Schulter 3 verringert. Der Glätteil 4 dient zur Vergleichmäßigung der Wanddicke des aus dem Hohlblockes 6 gewalzten Rohres 7. Beim Walzen unter der Schulter 3 im Glätteil 4 wird das Rohr 7 aufgeweitet und nimmt einen vieleckigen Querschnitt an, da sich die Wand in die zwischen den Walzen 1 liegenden Räume hineinwölbt. Im anschließenden Rundekonus 5 wird das vieleckige Rohr 7 gerundet.

Wie in der Seitenansicht der Figur 1 erkennbar, ist die Walze 1 um den Spreizwinkel  $\alpha$  zur Längsachse Y-Y geschwenkt, wobei die Walzenachse Z-Z die Längsachse Y-Y im Punkt A trifft. In der Draufsicht auf die Walze (Figur 2) wird aber deutlich, daß der Transportwinkel  $\gamma$  in diesem Fall nur  $0^\circ$  beträgt und die Walzen keinen Vorschub auf den Hohlblock 6 ausüben würden. Deshalb wird die Walze um einen Transportwinkel  $\gamma$  von  $> 0^\circ$  eingestellt, indem sie um die Schwenkachse X-X in Figur 1 geschwenkt wird. Bei herkömmlichen Asselwalzanlagen geht die Schwenkachse X-X durch den hohen Punkt der Walzen, dies ist bei tonnenförmigen Schrägwalzen der größte Durchmesser, bei Asselwalzen der Walzendurchmesser an der äußeren Schulterkante. Dies ist bei allen drei Walzen gleichermaßen der Fall.

Im geometrischen Idealfall nach Figur 2, nämlich bei einem Transportwinkel von  $\gamma = 0^\circ$  liegt die Mantellinie 9 des Glätteils 4 absolut parallel zur gegenüberliegenden Mantellinie 10 der Dornstange 8, wie dies in Figur 1 gezeigt ist. In diesem Fall müssen sich Walzenachse Z-Z und Längsachse Y-Y im Schnittpunkt A treffen. Bei dieser Stellung, also bei Parallelität der Mantellinien 9 und 10, hat der Walzspalt unter dem Glätteil 4 überall die gleiche Weite, d.h. die hier gewalzte Wand des Rohres 7 ist an jeder Stelle unter dem Glätteil 4 gleich dick. Wenn der Glätteil 4 lang genug ist und ein ausreichender Überdeckungsgrad mit den anderen Walzen vorhanden ist, wird keine Wendel im Rohr 7 auftreten.

Da aber die Walze zum Zweck der spiralförmigen Vorwärtsbewegung des Walzgutes um einen Transportwinkel  $\gamma$  geschwenkt wird, entfernt sich die Mantellinie 9 des Glätteils 4 von der Mantellinie 10 der Dornstange 8 mit steigendem Abstand von einer engsten Stelle, die am hohen Punkt der Schulter 3 liegt. Der Abstand beider Mantellinien 9 und 10 voneinander nimmt zu. In gleicher Weise nimmt auch - in Walzrichtung gesehen - die Wanddicke des Rohres 7 im Bereich des Glätteils 4 zu. Da das Rohr 7 entsprechend der Walzenumfangsgeschwindigkeit und mit dem Vorschub des Transportwinkels  $\gamma$  rotiert, wobei noch der Vorschubwirkungsgrad zu berücksichtigen ist, erhält das Rohr 7 auf diese Weise eine spiralförmig verlaufende Wanddickenungleichheit, vereinfachend Wendel genannt. Der Wendel ist entsprechend der Anzahl der Walzen mehrgängig.

Versuchswalzen haben Wendeltiefen von 0,3 mm ergeben, wobei mit Wendeltiefe hier die Differenz zwischen der dicksten und dünnsten Wanddicke eines Wendels gemeint ist. Die Messungen werden durch rechnerische Überprüfung der Wendeltiefe bestätigt, wie folgendes Beispiel zeigt:

Nimmt man als gängige Einstellung bei einer modernen Asselwalzanlage einen Transportwinkel  $\gamma = 10^\circ$  und einen Rohrdurchmesser unter dem Glätteil 4 der Walze 1 von  $D=250$  mm an, so errechnet sich bei drei Walzen eine Steigungshöhe der Wendel von ca. 46 mm. Die Länge des Glätteils 4 müßte etwas länger als dieses Maß sein, um eine vollendete Überdeckung der

Glätteile 4 aller drei Walzen 1 zu erreichen. Andererseits dürfen die Glätteile 4 nicht zu lang sein, da dadurch der Vorschubwirkungsgrad der Asselwalzanlage herabgesetzt würde. Der weiteste rechnerische Abstand der Mantellinien 9, 10 beträgt  $0,25 + s$  mm, unter der Voraussetzung, daß die engste Stelle genau auf der Außenkante der Schulter 3 der Walze liegt. Mit  $s$  ist der Wandstärke des Rohres bezeichnet.

Die Erfindung schlägt die Kombination von Maßnahmen vor, die zur Verhinderung der Wendelbildung am Rohr führen. Durch Verlagerung der Walzenschwenkachse X1-X1 auf die Mitte des Glätteils 4 der Walze 1, wie es in der Figur 4 dargestellt ist, wird die engste Stelle zwischen den beiden Mantellinien 9, 10 von unterhalb der Schulter 3 auf die Mitte des Glätteils 4 verlegt, mit der Folge, daß sich bei einer geraden Mantellinie 9 die Abstände zwischen den Mantellinien 9, 10 nach beiden Seiten der Schwenkachse X1-X1 verteilen und damit etwa halbieren. Auf diese Weise wird schon eine erhebliche Verbesserung der Wanddickentoleranz der Rohre erzielt. Durch Ausbildung des Glätteils 4 mit leicht nach innen gekrümmten, also konkaven Mantellinien wird eine zusätzliche Verbesserung erreicht. Dabei wird die Krümmung der Mantellinie so gestaltet, daß die direkt der Mantellinie 10 der Dornstange 8 gegenüberliegende Mantellinie 9 des Glätteils 4 bei gegebenem mittleren Transportwinkel  $\gamma$  auf ihrer gesamte Länge einen gleichen Abstand zur Mantellinie 10 aufweist. Auf diese Weise wird die sich im Glätteil 4 befindliche Wand des Rohres 7 mit gleichmäßiger Wanddicke gewalzt und die Wendelbildung wird ausgeschaltet. Die Länge des Glätteils 4 ist so gewählt, daß eine Überdeckung von 115 bis 150 % stattfindet.

Theoretisch bedeutet dies, daß die Form der Walze nur noch bei einem einzigen Rohrdurchmesser eingesetzt werden kann. Da in der Praxis aber auf Asselwalzanlagen unterschiedliche Rohrdurchmesser gewalzt werden, ist die Krümmung des Glätteils 4 so ausgebildet, daß sie einen mittleren Rohrdurchmesser entspricht. Hierdurch ergibt sich wieder eine geringfügige Verschlechterung der Wanddickentoleranz, die jedoch dadurch korrigiert werden kann, daß der Transportwinkel  $\gamma$  in dem angegebenen Bereich geändert wird. Auf diese Weise kann eine optimale Lage der Mantellinien 9, 10 zueinander eingestellt werden.

Im Ergebnis wird durch die Kombination der vorgeschlagenen Maßnahmen eine erhebliche Verbesserung der Wanddickentoleranz beim Asselwalzen erreicht.

#### Patentansprüche

1. Kalibrierung der Walzen eines Schrägwalzwerkes zum Walzen von Rohren aus vorgelochten Hohlkörpern über einen Dorn, insbesondere eines Asselwalzwerkes mit mindestens drei um  $120^\circ$  gegeneinander versetzten, um den Spreizwinkel  $\alpha$  gegenüber der Walzachse geneigt und den Transportwinkel  $\gamma$  zur Walzachse geschwenkt angeordneten Walzen mit jeweils einem Einlaufkonus,

einem Arbeitsteil (Schulter) und einem Glätteil, an den sich ein Rundekonus anschließt, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Maßnahmen:

- a) Die Schwenkachse (X-X), um die jede Walze zur Bildung des Transportwinkels ( $\gamma$ ) geschwenkt ist, schneidet die Walzgutachse (Y-Y) senkrecht und verläuft durch die Mitte des Glätteils (4).
- b) Der Glätteil (4) der Walze (1) ist entsprechend dem dort vorhandenen Rohrdurchmesser (Stangendurchmesser + 2mal Wandstärke) konkav ausgebildet.
- c) Die Länge des Glätteils (4) der Walze (1) ist so gewählt, daß die Überdeckung der Glätteile (4) aller drei Walzen (1) 115 bis 150 % beträgt.
- d) Der Transportwinkel ( $\gamma$ ) der Walzen (1) beträgt  $7^\circ$  bis  $15^\circ$ , vorzugsweise  $10^\circ$ .

#### Claims

1. The calibration of the rolls of a cross-rolling mill for rolling pipes from pre-pierced hollow bodies by means of a mandrel, in particular of an Assel rolling mill having at least three rolls offset relative to each other by  $120^\circ$  and inclined relative to the roll axis by the spreading angle  $\alpha$  and pivoted by the transport angle  $\gamma$  relative to the roll axis, which rolls each have a cone-shaped entrance, a working part (shoulder) and a smoothing section, which is succeeded by a rounding cone, characterised by the combination of the following measures:
  - a) the pivot axis (X-X) about which each roll is pivoted to form the transport angle ( $\gamma$ ) intersects the rolled-stock axis (Y-Y) at right-angles and extends through the centre of the smoothing section (4).
  - b) the smoothing section (4) of the roll (1) is made concave, corresponding to the pipe diameter existing there (rod diameter + 2 times wall thickness)
  - c) the length of the smoothing section (4) of the roll (1) is selected such that the covering of the smoothing sections (4) of all three rolls (1) is 115 to 150%.
  - d) the transport angle ( $\gamma$ ) of the rolls (1) is  $7^\circ$  to  $15^\circ$ , preferably  $10^\circ$ .

#### Revendications

1. Calibrage des cylindres d'un laminoir à cylindres

obliques pour laminier des tubes à partir de corps creux pré-perforés par l'intermédiaire d'un mandrin, en particulier d'un laminoir Assel, comportant au moins trois cylindres décalés de  $120^\circ$  l'un par rapport à l'autre, inclinés de l'angle d'écartement  $\alpha$  par rapport à l'axe de laminage, et agencés de façon pivotée de l'angle de transport  $\gamma$  par rapport à l'axe de laminage, comportant, à chaque fois, un cône d'entrée, une partie de travail (épaulement) et une partie de lissage, à laquelle se raccorde un cône rond, caractérisé par la combinaison des particularités suivantes :

- a) l'axe de pivotement (X-X), autour duquel chaque cylindre est pivoté pour former l'angle de transport ( $\gamma$ ), coupe l'axe de la matière laminée (Y-Y) perpendiculairement et passe par le centre de la partie de lissage (4),
- b) la partie de lissage (4) du cylindre (1) est réalisée de façon concave, conformément au diamètre du tube y étant présent (diamètre de barre + deux fois l'épaisseur de paroi),
- c) la longueur de la partie de lissage (4) du cylindre (1) est choisie de sorte que le recouvrement des parties de lissage (4) des trois cylindres (1) vaut de 115 à 150 %,
- d) l'angle de transport ( $\gamma$ ) des cylindres (1) vaut  $7^\circ$  à  $15^\circ$ , avantageusement  $10^\circ$ .

Fig.1

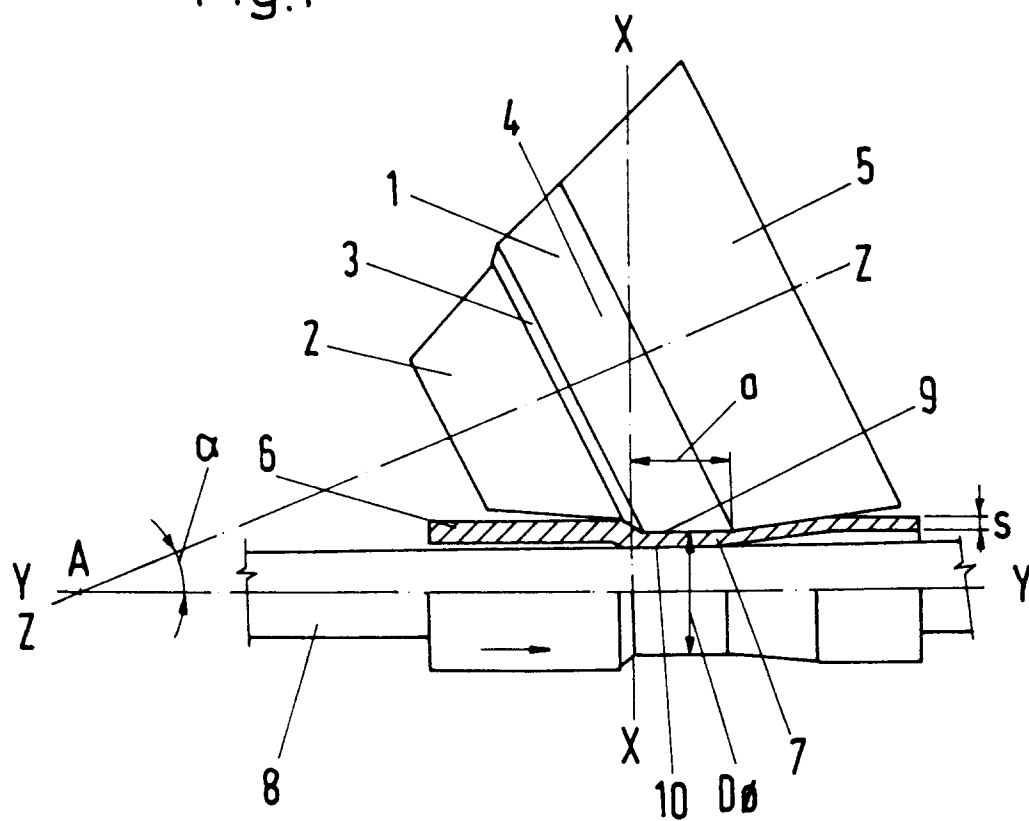


Fig.2

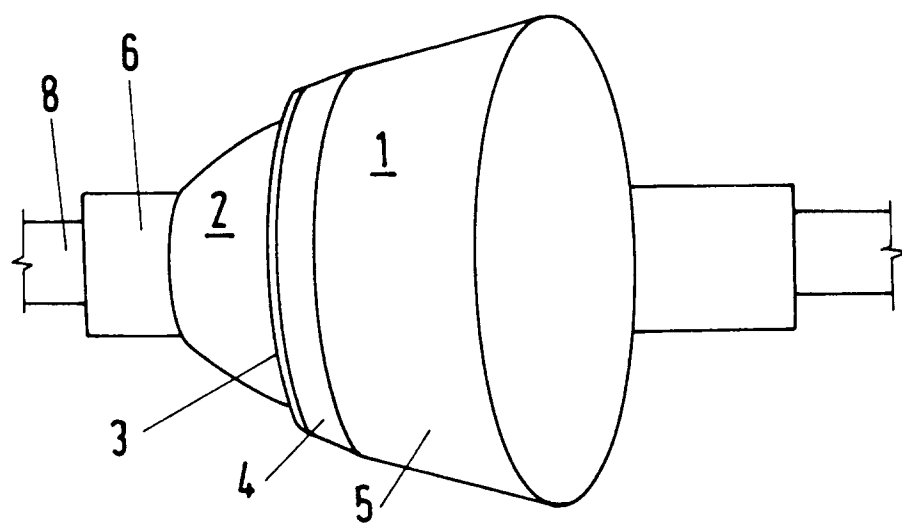


Fig.3

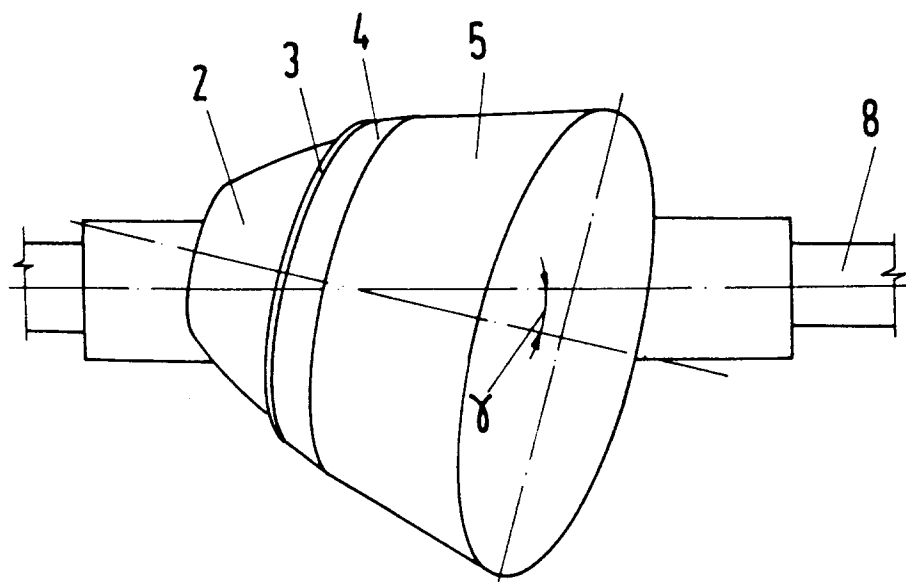


Fig.4

