

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 446 245 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.03.2006 Patentblatt 2006/10

(21) Anmeldenummer: **02787390.0**

(22) Anmeldetag: **19.11.2002**

(51) Int Cl.:
B21D 26/02 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2002/004310

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/045604 (05.06.2003 Gazette 2003/23)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM UMFORMEN VON ROHREN**

METHOD AND DEVICE FOR RESHAPING TUBES

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR MODIFIER LA FORME DE TUBES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(30) Priorität: **21.11.2001 DE 10156978
05.09.2002 DE 10241641**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.08.2004 Patentblatt 2004/34

(73) Patentinhaber: **Wilhelm Schulz GmbH
47809 Krefeld (DE)**

(72) Erfinder: **SCHULZ, Luca
47800 Krefeld (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E.
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 19 846 323 DE-B- 1 081 856
US-A- 4 292 828 US-A- 4 364 251**

- **BRECKNER M ET AL: "WASSER FORMT: HYDRO-UMFORMUNG" OLHYDRAULIK UND PNEUMATIK, KRAUSSKOPF VERLAG FÜR WIRTSCHAFT GMBH. MAINZ, DE, Bd. 45, Nr. 9, September 2001 (2001-09), Seiten 602-605, XP001083167 ISSN: 0341-2660**

EP 1 446 245 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen von Rohren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Zur Herstellung von Rohren, insbesondere mit einem verhältnismäßig großen Rohrdurchmesser, ist es bekannt, aus gewalzten Blechen oder Bändern Schlitzrohre zu formen und diese dann an den Längskanten zu verschweißen. Derartige Stahlrohre sind für sehr hohe Drücke geeignet und weisen eine relativ große Genauigkeit hinsichtlich ihrer Wanddicken und Oberflächenbeschaffenheit auf. Sie finden Verwendung in speziellen Anwendungsgebieten, welche hohe Belastungsgrenzen erfordern, wie zum Beispiel in Kraftwerken oder in der Petrochemie. Nachteilig ist bei diesem Verfahren, dass die Präzisionsherstellung der Rohre durch Maßswatzen äußerst zeitaufwendig und somit kostenintensiv ist.

[0003] Es ist des Weiteren bekannt, mit dem Innenhochdruckumform-Verfahren aus einem als Ausgangsteil dienenden Rohrstück komplexe Hohlbauteile einer gewünschten Bauteilgeometrie durch Kaltumformen ohne Wärmebehandlung herzustellen. In der Regel wird hierfür ein äußeres Formwerkzeug mit der gewünschten Bauteilgeometrie entsprechender Innenform verwendet, welche bei gleichzeitiger Beaufschlagung des Rohrstücks mit einem hohen hydraulischen Innendruck das Rohrstück in die gewünschte Form bringt.

Dieses auch als "Hydroforming" bezeichnete Verfahren wird beispielsweise zur Herstellung von komplexen Hohlbauteilen verwendet, wie Gehäusen für Rohrleitungsarmaturen, wie es in der veröffentlichten internationalen Patentanmeldung WO 99/52659 beschrieben ist.

[0004] Es ist weiterhin aus der DE-AS 1 081 856 bekannt, relativ dünnwandige Rohre durch einen hydraulischen Innendruck leicht aufzuweiten zum Zweck des Kalibrierens der Rohre, wobei ein äußeres Formgebungswerkzeug bestehend aus einer Reihe von längsgeteilten Hülsen verwendet wird, die eine Formgebungs-Matrize bilden, welche das Rohr während des Dehnungsvorgangs dicht umschließt. Die Herstellung von aufgeweiteten Rohren erfordert bei diesem bekannten Verfahren aufwändige Betätigungsmechanismen für jedes Paar von Hülsenhälften der Formgebungsmatrize. Außerdem ist mit diesem Verfahren eine Aufweitung von Rohrdurchmesser nur in eingeschränktem Maße durchführbar, wie es das Kalibrieren relativ dünnwandiger Rohrstücke erfordert. Ein Herstellen von Rohren mit deutlich größerem Durchmesser ist nicht möglich.

[0005] Aus der US-A-4 364 251 ist ein Verfahren zum Umformen eines zwischen zwei axial verschiebbaren Druckstempeln eingespannten Rohres, das einen Ausgangsaußendurchmesser, eine Ausgangswandstärke und eine Ausgangslänge aufweist, bekannt, wobei mittels eines in dessen Innerem erzeugbaren hydraulischen Druckes, ein Fertrohr erzeugt wird, mit einem - gegenüber dem Ausgangsrohr - anderem Außendurchmesser, anderer Länge und anderer Wandstärke, und zwar durch

gleichzeitige und gleichmäßige Kaltverformung über seine gesamte Länge.

Dabei wird ein axialer Anpressdruck der Stempel gegen die Rohrenden aufgebracht, der aber nur den Zweck hat, die dichtende Anlage der Stempel an den Rohrenden sicher zu stellen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem Rohre unterschiedlichster Außendurchmesser sowie mit verschiedensten Wandstärken einfach herstellbar sind. Hierzu gehört auch die Bereitstellung der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Schritten gemäß Anspruch 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

[0008] Im Einzelnen betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Umformen eines zwischen zwei axial verschiebbaren Druckstempeln eingespannten Rohres, das einen Ausgangsaußendurchmesser, eine Ausgangswandstärke und eine Ausgangslänge aufweist, mittels eines in dessen Innerem erzeugbaren hydraulischen Druckes, zu einem Fertrohr mit - gegenüber dem Ausgangsrohr - anderem Außendurchmesser oder anderer Länge und/oder anderer Wandstärke,

wobei

das Ausgangsrohr gleichzeitig und gleichmäßig über seine gesamte Länge kalt verformt wird und die Höhe des hydraulischen Innendruckes, des mechanischen Axialdruckes, die axiale Verschiebung der Druckstempel sowie deren auf die Rohrenden einwirkender Anpressdruck derart aufeinander abgestimmt werden, dass es

- 35 - bei einer Erhöhung des hydraulischen Innendruckes und Beibehaltung des axialen Abstandes der Druckstempel zu einer Vergrößerung des Außendurchmessers bei gleichzeitiger Verringerung der Wandstärke,
- 40 - bei einer Erhöhung des hydraulischen Innendruckes und mittels des mechanischen Axialdruckes herbeigeführter Verringerung des axialen Abstandes der Druckstempel voneinander zu einer Vergrößerung des Außendurchmessers, Beibehaltung der Wandstärke und Verringerung der
- 45 Rohrlänge und
- bei einer Aufrechterhaltung eines hydraulischen Innendruckes, einer mittels des mechanischen Axialdruckes herbeigeführten Verringerung des axialen Abstandes der Druckstempel voneinander und einer Beibehaltung des Ausgangsaußendurchmessers des Rohres zu einer Verringerung der Rohrlänge und Vergrößerung der Wandstärke kommt.

[0009] Kern der Erfindung ist ein gezieltes aufeinander Abstimmen des Innendruckes P_H und des Axialdruckes P_M in Abhängigkeit von der geforderten Wandstärke und

dem Außendurchmesser unter Berücksichtigung der Materialart des umzuformenden Rohres. Gegenüber den bisherigen Verfahren zur Herstellung von Hohlprofilen, insbesondere von Rohren eines großen Durchmessers, wie das Warmumformen oder das Präzisionswalzen, hat die Erfindung den Vorteil, dass Rohre mit relativ großem Durchmesser /Wandstärken-Verhältnis herstellbar sind, welche auch hohen Druckbeanspruchungen bei minimaler Wandstärke standhalten. Durch das Kaltumformen mittels Innenhochdruck werden Hohlprofile erhalten, die hohen Qualitätsanforderungen genügen und zusätzliche Qualitätsüberprüfungen überflüssig machen. Dies ergibt sich daraus, dass die Druckprüfung bei der Umformung im Prinzip schon stattgefunden hat. Zudem sind die Herstellungszeiten mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erheblich kürzer gegenüber herkömmlichen Verfahren zur Herstellung von beispielsweise Rohren mit größerem Durchmesser. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auch Rohre aus relativ teuren Materialien mit einem geringeren Materialaufwand herstellbar sind als bisher, da durch die erhöhten Festigkeitseigenschaften, hervorgerufen durch die Kaltverfestigung bei der Umformung bzw. die enger einhaltbaren Wandstärketoleranzen, die Rohre auch bei großen Durchmessern nun relativ dünnwandig ausgebildet sein können bei gleichbleibenden Belastungsanforderungen, wie z.B. den maximal zulässigen Spannungen.

[0010] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahren liegt darin, dass spezielle Kundenwünsche hinsichtlich Außendurchmesser und Wandstärke einfach und problemlos durch entsprechendes Abstimmen der Umformbedingungen erfüllt werden können, ohne dass es aufwendiger und teurer Umrüstungen bedarf.

[0011] Wichtig für die Umformung selbst ist, dass diese vom Ausgangsrohr zum Fertigerohr kontinuierlich und mit konstanter Geschwindigkeit erfolgt.

[0012] Hierbei kann der Grad der Umformung materialabhängig so gewählt werden, dass eine zur Kaltverfestigung führende Gefügeumwandlung eintritt.

[0013] Um die verschiedensten Außendurchmesser, Wandstärken und letztlich Rohrlängen erreichen zu können, bedarf es der Abstimmung der einzelnen Umformbedingungen. Hierzu gehören die axiale Verschiebung der Druckstempel und die Veränderung des Innendruckes im umzuformenden Rohr. Dabei muss beispielsweise auch berücksichtigt werden, dass während der Vergrößerung des Außendurchmessers des Rohres der Innendruck verringert und der Anpressdruck der Druckstempel an die Rohrenden angepasst wird.

[0014] Für das Verfahren ist es weiterhin von Bedeutung, dass die Druckstempel nur auf die Stimflächen der diesen zugewandten Rohrenden einwirken. Damit erfolgt im wesentlichen eine freie Verformung des eingespannten Rohres, d.h. es wird kein Gesenk benutzt, wie es bei den herkömmlichen Verfahren angewandt wurde.

Dies gilt im wesentlichen auch dann, wenn keine Außendurchmesserergrößerung erfolgen soll, also nur die

Wandstärke zu erhöhen ist. Hierbei erfolgt nur anfänglich eine geringe Abstützung der Wand, denn je dicker die Wand wird, desto mehr reicht die Eigenfestigkeit aus.

[0015] Die Veränderung des axialen Abstandes der Druckstempel voneinander kann durch Verschiebung eines oder beider Druckstempel erfolgt.

[0016] Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren, wenn die umgeformten Rohre einen Außendurchmesser größer als 219 mm aufweisen, beim Umformen eine Vergrößerung des Außendurchmessers um mindestens das 1,5 -fache des Ausgangsausendurchmessers in einem einzigen Arbeitsgang erfolgt und wenn ein nahtloses Rohr als Ausgangsrohr eingesetzt wird.

[0017] Auf überraschend einfache Weise und mit einem hochpräzisen, d.h. in engen Maßtoleranzen liegenden Ergebnis sind mit dem erfindungsgemäßen Verfahren somit Präzisionsrohre für Sonderanwendungen herstellbar bei gleichzeitiger Einsparung von Material. Die Abstimmung des Innendruckes P_H und des Axialdrucks P_M erfolgt dabei selbstverständlich in solch einer Weise, dass der Innendruck immer über einem Wert liegt, der ein "Einknicken" des Rohres auf Grund der Stauchung verhindert und sich ein kontinuierliches Aufweiten, bzw. vergrößern des Durchmessers des Hohlprofils so einstellt, wie es eine gewünschte bzw. geforderte Wandstärke oder die Wandstärke und gleichzeitig die Profillänge erfordern.

[0018] Die Größenverhältnisse der Außendurchmesser vor und nach dem Innenhochdruckumformen liegen bei einem Verhältnis von mehr als 1:1,5 und in den jeweiligen materialabhängigen Grenzen von bis zu 1 : 3 des Ausgangs- zum Enddurchmesser. Hierdurch können Rohre mit großem Durchmesser aus Rohren bzw. Hohlprofilen mit relativ geringen Durchmessern hergestellt werden. Das Verfahren ist kostengünstig und leichter durchführbar, als die konventionellen Herstellungsverfahren wie z.B. das Walzen oder das Warmumformen für im Durchmesser große Rohre. Große Durchmesser sind hierbei Bereiche von Außendurchmessern von 219 mm bis über 1000mm.

[0019] Vorteilhaft ist es, wenn die jeweiligen Verfahrensparameter, insbesondere der aufgewendete Innendruck P_H , der angewendete Axialdruck P_M und der axiale Weg der Druckstempel jeweils in Abhängigkeit von dem Material und der Geometrie des als Ausgangsteil dienenden Rohrstückes bzw. des erhaltenen Fertigerohres gespeichert werden. Diese gespeicherten Daten können beim Herstellen von spezifischen Kundenwünschen, d.h. Spezialrohren als Anhaltswerte dienen und können fortlaufend durch gewonnene Parameter ergänzt werden. Die Qualität und Fertigungssicherheit wird vergrößert bzw. ein Produktionsausschuss wird erheblich reduziert.

[0020] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Umformen eines Rohres gemäß dem Verfahren nach den Ansprüchen 1-9, umfasst

- zwei axial zueinander ausgerichtete Druckstempel,

von denen mindestens einer relativ zu dem anderen axial verschiebbar gelagert und durch einen Verschiebeantrieb stufenlos bewegbar ist,

- wobei deren Stirnflächen als ebene Anlageflächen für das einzuspannende Rohr ausgebildet sind,
- durch eine Druckerzeugungseinrichtung zum Aufbau eines Innendruckes in dem eingespannten Rohr und
- eine Steuereinrichtung, mittels der die axiale Bewegung der Druckstempel, deren Anpressdruck an die Stirnflächen des eingespannten Rohres und die Höhe des Innendruckes unabhängig voneinander, aber abgestimmt aufeinander, einstellbar sind.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung ist eine Zentriervorrichtung vorgesehen ist, mittels der das einzuspannende Rohr gegenüber den Druckstempeln ausrichtbar ist.

[0022] Femer sind an den Stirnseiten der Druckstempel Abdichtelemente vorgesehen, welche den Übergang zu den Enden des eingespannten Rohres abdichten.

[0023] Zwischen die Druckstempel ist eine Abstützung einbringbar, die die äußere Abmessung des umzuförmenden Rohres definiert.

[0024] Diese Abstützung kann aus mehreren schalenförmigen, zusammen eine geschlossene Form bildenden Segmenten bestehen.

[0025] Mit der Vorrichtung können im Durchmesser größere Rohre, z.B. mit einem Durchmesser von größer als 219 mm und mit sehr geringen Wandstärken durch Kaltumformen hergestellt werden, deren Wandstärken sehr nahe bei der Mindestwandstärke für einen z.B. nach Regelwerk geforderten Beilastungs Zustand liegen. Regelwerk können Normenwerke, wie z.B. die ISO-, die EN- oder die DIN-Normen für Rohre sein. Da mittels der Steuerungseinrichtung der Pressvorgang gezielt auf das Endergebnis, d.h. die Hohlprofilgeometrie des herzustellenden Rohres einstellbar ist, können Präzisionsrohre auf sehr einfache und zeitsparende Weise hergestellt werden

[0026] Es wurde schon erwähnt, dass bei der Umformung eine Kaltverfestigung erzielbar ist, und zwar geschieht dies durch die durch die Dehnung und Streckung bewirkte Gefügeumwandlung des Materials.

Ein auf diese Weise hergestelltes Rohr weist gegenüber den mit konventionellen Verfahren hergestellten - nicht behandelten - Rohren eine gleichmäßig, feine Gefügestruktur auf. Diese feinere Gefügestruktur führt zu verbesserten Festigkeitswerten bei gleichzeitig sehr geringen Toleranzabweichungen.

Wesentlich ist, dass dies alles im einzigen Verfahrensschritt, also der Umformung, erreicht wird und es somit keiner weiteren - kostenintensiven - Wärmebehandlung bedarf.

[0027] Durch die Kaltverfestigung werden generell die Festigkeitswerte des Rohres erhöht, insbesondere die Streckgrenze und die Zugfestigkeit, weshalb ein derartiges Rohr gegenüber den durch Warmumformverfahren

hergestellten Hohlprofilen höhere Festigkeitseigenschaften bei relativ dünner Wandstärke aufweist. Gegenüber z.B. Metallrohren, die mittels Walzverfahren hergestellt wurden, weist ein erfindungsgemäßes Metallrohr den Vorteil auf, dass die Oberflächen und die Wandstärken in sehr geringen Toleranzbereichen herstellbar sind. Maßabweichungen auf Grund von Walzbearbeitungen bei der Warmumformung sind hier nicht vorhanden.

[0028] Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist das Hohlprofil eine aktuelle Wandstärke bei oder geringfügig über der rechnerischen Mindestwandstärke auf. Die Toleranzüberschreitung liegt deutlich unterhalb derjenigen von Präzisionsrohren, insbesondere bei weniger als 5 Prozent Toleranzabweichung der Mindestwandstärke des herzustellenden Hohlprofils für eine der geforderten Druckfestigkeit entsprechende Wandstärke. Durch die geringe Maßabweichung wird gegenüber mit konventionellen Verfahren hergestellten Rohren Material eingespart, was insbesondere bei Spezialmaterialien und kostenintensiven Metall-Legierungen oder bei anwendungsbezogenen Gewichtsproblemen vorteilhaft ist.

[0029] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben werden, in welcher zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Pressvorrichtung mit einem Rohrstück geringen Durchmessers als Ausgangsteil vor Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht der Pressvorrichtung aus Fig. 1 mit einem Rohrstück mit großem Durchmesser nach Anwendung der erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0030] In Fig. 1 ist zur Veranschaulichung der Erfindung eine Pressvorrichtung gemäß der Erfindung schematisch in einer Schnittansicht dargestellt, in welcher ein als Ausgangsteil dienendes Rohrstück 1 mit einem Ausgangsdurchmesser D_A im Inneren eines Presswerkzeuges 2 angeordnet ist, welches aus einem Werkzeugoberenteil 3 und einem Werkzeugunterteil 4 zusammengesetzt ist. Die Werkzeughälften sind jeweils auf einem Maschinenbett 5 und einer von oben angreifenden Pressvorrichtung 6 vorgesehen, welche die zweiteilige Werkzeugform 3, 4 während des Aufweitens des Rohrstückes 1 mittels Innenhochdruck geschlossen halten, Seitlich sind jeweils Druckstempel 7, 8 vorgesehen, welche einerseits die stirnseitigen Enden des Rohrstückes 1 zur Anwendung des hydraulischen Innenhochdrucks P_H abdichten und andererseits zur Beaufschlagung des Rohres 1 mit einem mechanischen Axialdruck P_M vorgesehen sind. In dem rechten Druckstempel 8 ist eine mittige Durchgangsbohrung 9 vorgesehen zur Zufuhr eines hydraulischen Druckmittels von einer in Fig. 1 nicht dargestellten Druckerzeugungsvorrichtung in das Innere des Rohrstückes 1. - Die beiden Werkzeughälften 3, 4,

das Werkzeugoberteil 3 und das Werkzeugunterteil 4 weisen eine gleichförmige Innenform auf, entsprechend dem herzustellenden Enddurchmesser D_E des Rohrstücks 1 und sind auf der Vorrichtung auswechselbar montiert. Das Werkzeugoberteil 3 ist auf dem Oberstempel 10 montiert, wohingegen das Werkzeug unterteil 4 auf dem Maschinenbett 5 auswechselbar montiert ist.

[0031] Bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden gleichzeitig, wie in Fig. 1 durch Pfeile veranschaulicht, ein hoher hydraulischer Innendruck P_H und ein mechanischer Axialdruck P_M jeweils von Seiten der Druckstempel 7, 8 auf das Rohrstück 1 in abgestimmter Weise appliziert, so dass eine gewünschte Bauteilgeometrie des herzustellenden Metallrohres 11 in hochpräziser Weise, d.h. engen Maßtoleranzen, herstellbar ist, wie es in Fig. 2 dargestellt ist.

[0032] Wie aus Fig. 2 ersichtlich, ist das Metallrohr 11 nach Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bis an die Innenfläche des Werkzeugoberteils 3 und Werkzeughinterteils 4 massiv umgeformt, d.h. gepresst, wobei sich eine gewünschte Wandstärke d_E des herzustellenden Rohrstücks 11 in Maßabweichungen von weniger als 5 Prozent der herzustellenden Mindestwandstärke einstellt. Die Abstimmung des hydraulischen Innenhochdrucks P_H sowie der mechanischen Axialdrucke P_M der seitlichen Druckstempel 7, 8 sowie des axialen Weges a der Druckstempel erfolgt in einer derartigen Weise, dass genau die Wandstärke d_E des herzustellenden Metallrohres trotz der im dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 2 fachen Durchmesserergrößerung hergestellt werden können. Entsprechend der geforderten Wandstärke d_E und dem Aufweitungsgrad ist das hergestellte Rohr 11 gegenüber dem Ausgangsrohrstück 1 verkürzt. Auf diese Weise lassen sich Präzisionsrohre mit großem Durchmesser und nur sehr geringen Wandstärken in nur einem einzigen und überraschend einfachen Produktionsschritt herstellen. Durch die Erfindung lassen sich somit Spezialrohre, insbesondere aus teuren Materialien auf denkbar einfache Weise herstellen,

[0033] Die Möglichkeiten, die das erfindungsgemäße Verfahren bietet, sollen nachfolgend an Beispielen erläutert werden.

[0034] Ausgangsprodukt ist jeweils ein NPS 8", Sched. 80S (12,70mm), Länge 6,00 m

1. Bei gleichbleibendem Durchmesser, zunehmender Wandstärke und verringerter Länge, lassen sich herstellen:

Sched. 100 (15,06 mm) Rohre der Länge 5,12 m
 Sched. 120 (18,24 mm) Rohre der Länge 4,29 m
 Sched. 140 (20,62 mm) Rohre der Länge 3,84 m
 Sched. 160 (23,01 mm) Rohre der Länge 3,49 m
 Sched. xxs (22,23 mm) Rohre der Länge 3,59 m

2. Bei vergrößertem Durchmesser, gleichbleibender Wandstärke und verringerter Länge, lassen sich herstellen:

	NPS 19"	Sched.80	Länge 4,76 m
	NPS 12"	Sched.80	Länge 3,98 m
	NPS 14"	Sched.80	Länge 3,48 m
5	NPS 16"	Sched.80	Länge 3,15 m
	NPS 18"	Sched.80	Länge 2,79 m
	NPS 20"	Sched.80	Länge 2,50 m
	NPS 22"	Sched.80	Länge 2,27 m
10	NPS 24"	Sched. 80	Länge 2,08 m

3. Bei vergrößertem Durchmesser, verringerter Wandstärke und gleichbleibender Länge, lassen sich Rohre herstellen:

	Sched. 40 S(+)	NPS 10"	10,19 mm
	Sched. 30 (+)	NPS 12"	8,59 mm
	Sched. 20(-)	NPS 14"	7,84 mm
20	Sched.10 (+)	NPS 16"	6,86 mm
	Sched. 10 (-)	NPS 18"	6,09 mm
	Sched. 10 S	NPS 20"	5,48 mm
	Sched. 10 S(-)	NPS 22"	4,99 mm
25		NPS 24"	4,57 mm

Diese Beispiele zeigen die Vielfalt der Möglichkeiten Rohre unterschiedlichster Abmessungen - ausgehend von einer Ausgangsabmessung - herstellen zu können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen eines zwischen zwei axial verschiebbaren Druckstempeln (7, 8) eingespannten Rohres (1), das einen Ausgangsaußendurchmesser (DA) eine Ausgangswandstärke und eine Ausgangslänge aufweist, mittels eines in dessen Innerem erzeugbaren hydraulischen Druckes, zu einem Fertighrohr mit - gegenüber dem Ausgangsrohr - anderem Außendurchmesser oder anderer Länge und/oder anderer Wandstärke,

wobei

das Ausgangsrohr gleichzeitig und gleichmäßig über seine gesamte Länge kalt verformt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe des hydraulischen Innendruckes (PH), des mechanischen Axialdruckes (PM) die axiale Verschiebung der Druckstempel sowie deren auf die Rohrenden einwirkender Anpressdruck derart aufeinander abgestimmt werden, dass es

- bei einer Erhöhung des hydraulischen Innendruckes und Beibehaltung des axialen Abstandes der Druckstempel zu einer Vergrößerung des Außendurchmessers bei gleichzeitiger Verringerung der Wandstärke,
- bei einer Erhöhung des hydraulischen Innen-

- druckes und mittels des mechanischen Axialdruckes herbeigeführter Verringerung des axialen Abstandes der Druckstempel voneinander zu einer Vergrößerung des Außendurchmessers, Beibehaltung der Wandstärke und Verringerung der Rohrlänge und
- bei einer Aufrechterhaltung eines hydraulischen Innendruckes, einer mittels des mechanischen Axialdruckes herbeigeführten Verringerung des axialen Abstandes der Druckstempel voneinander und einer Beibehaltung des Ausgangsaußendurchmessers des Rohres zu einer Verringerung der Rohrlänge und Vergrößerung der Wandstärke kommt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umformung vom Ausgangsrohr zum Fertigrohr kontinuierlich und mit konstanter Geschwindigkeit erfolgt.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grad der Umformung materialabhängig so gewählt wird, dass eine zur Kaltverfestigung führende Gefügeumwandlung eintritt.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Vergrößerung des Außendurchmessers des Rohres der Innendruck verringert und der Anpressdruck der Druckstempel an die Rohrenden angepasst wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckstempel nur auf die Stimflächen der diesen zugewandten Rohrenden einwirken
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Veränderung des axialen Abstandes der Druckstempel voneinander durch Verschiebung eines oder beider Druckstempel erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die umgeformten Rohre einen Außendurchmesser größer als 219 mm aufweisen.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Umformen eine Vergrößerung des Außendurchmessers um mindestens das 1,5 - fache des Ausgangsaußendurchmessers in einem einzigen Arbeitsgang erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein nahtloses Rohr als Ausgangsrohr eingesetzt wird.
10. Vorrichtung zum Umformen eines Rohres gemäß dem Verfahren nach den Ansprüchen 1-9, **gekennzeichnet durch**
- zwei axial zueinander ausgerichtete Druckstempel (7,8), von denen mindestens einer relativ zu dem anderen axial verschiebbar gelagert und **durch** einen Verschiebeantrieb stufenlos bewegbar ist,
- wobei deren Stimflächen als ebene Anlagflächen für das einzuspannende Rohr (1) ausgebildet sind,
- **durch** eine Druckerzeugungseinrichtung zum Aufbau eines Innendruckes in dem eingespannten Rohr und **gekennzeichnet durch**
- eine Steuereinrichtung, mittels der die axiale Bewegung der Druckstempel (7,8), deren Anpressdruck an die Stimflächen des eingespannten Rohres und die Höhe des Innendruckes unabhängig voneinander, aber abgestimmt aufeinander, einstellbar sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zentriervorrichtung vorgesehen ist, mittels der das einzuspannende Rohr gegenüber den Druckstempeln (7,8) ausrichtbar ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Stirnseiten der Druckstempel (7,8) Abdichtelemente vorgesehen sind, welche den Übergang zu den Enden des eingespannten Rohres abdichten.
13. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen die Druckstempel (7,8) eine Abstützung einbringbar ist, die die äußere Abmessung des umzuformenden Rohres definiert.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützung aus einer geschlossenen Form besteht.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Abstützung aus mehreren schalenförmigen, zusammen eine geschlossene Form bildenden Segmenten besteht.

Claims

1. Method for reshaping a tube (1) gripped between two pressing dies (7, 8) which can be moved axially, which tube has an original external diameter (D_A), an original wall thickness and an original length, by means of hydraulic pressure formed in its interior, into a finished tube which has a different external diameter or a different length and / or a different wall thickness in comparison with the original tube, wherein the original tube is cold-formed simultaneously and evenly over its entire length, **characterised in that** the amount of the hydraulic internal pressure (P_H), of the mechanical axial pressure (P_M), the axial movement of the pressing dies and their contact pressure acting on the ends of the tube are coordinated with each other in such a way that
 - when the hydraulic internal pressure is increased and the axial distance between the pressing dies is kept the same, the external diameter is increased while the wall thickness is reduced,
 - when the hydraulic internal pressure is increased and the axial distance between the pressing dies is reduced by the application of mechanical axial pressure, the external diameter is increased, the wall thickness stays the same and the length of the tube is reduced, and
 - where the hydraulic internal pressure is kept at the same level, a decrease in the axial distance between the pressing dies effected by mechanical axial pressure, and the original external diameter of the tube remains the same, the length of the tube is reduced and the wall thickness is increased.
2. Method as in claim 1, **characterised in that** the reshaping of the original tube to form the finished tube is effected continuously and at a constant speed.
3. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** the degree of reshaping is chosen, depending on the material, so that a structural conversion leading to strain hardening sets in.
4. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** while the external diameter of the tube is increasing,

the internal pressure is reduced and the contact pressure of the pressing dies on the ends of the tubes is adjusted.

- 5 5. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** the pressing dies act only on the end faces of the ends of the tubes that are facing towards them.
- 10 6. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** the axial spacing between the pressing dies is changed by moving one or both pressing dies.
- 15 7. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** the reshaped tubes have an external diameter of more than 219 mm.
- 20 8. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** during the reshaping process, the external diameter is increased by a minimum of 1.5 times the original external diameter in a single operation.
- 25 9. Method as in one of the preceding claims, **characterised in that** a seamless tube is used as the original tube.
- 30 10. Device for reshaping a tube in accordance with the method as given in claims 1 to 9, **characterised**
 - by two pressure dies (7, 8) in axial alignment with each other, of which at least one is positioned so that it can be moved axially in relation to the other one and can be moved in an infinitely variable manner by means of a sliding drive unit,
 - wherein its end faces are made to form flat bearing surfaces for the tube (1) that is to be gripped,
 - by an apparatus to generate pressure in order to create internal pressure inside the gripped tube, and
- 35 45 **characterised by**
 - a control facility by means of which the axial movement of the pressing dies (7, 8), their contact pressure on the end faces of the gripped tube, and the level of the internal pressure can be adjusted independently of each other but coordinated with each other.
- 50 11. Device as in claim 10, **characterised in that**
 - 55 there is a centring device by means of which the gripped tube can be aligned in relation to the pressure dies (7, 8).

12. Device as in one of the preceding claims, **characterised in that** there are sealing elements on the end faces of the pressure dies (7, 8), which elements seal off the changeover to the ends of the gripped tube.
13. Device as in one of the preceding claims, **characterised in that** a support can be put in place between the pressure dies (7, 8), which support defines the external dimensions of the tube that is to be reshaped.
14. Device as in claim 13, **characterised in that** the support is made up of a closed template.
15. Device as in claim 13, **characterised in that** the support is made up of a number of saucer-shaped segments which combine to form a closed template.

Revendications

1. Procédé de formage d'un tube (1) enserré entre deux poinçons (7, 8) mobiles axialement, lequel tube présente un diamètre extérieur de départ (D_A), une épaisseur de paroi de départ et une longueur de départ, au moyen d'une pression hydraulique pouvant être produite à l'intérieur de celui-ci, en un tube fini ayant un autre diamètre extérieur ou une autre longueur et/ou une autre épaisseur de paroi que le tube de départ, le tube de départ étant déformé à froid simultanément et uniformément sur toute sa longueur, **caractérisé en ce que** la valeur de la pression interne hydraulique (P_H), la valeur de la pression axiale mécanique (P_M), le déplacement axial des poinçons ainsi que leur pression d'appui agissant sur les extrémités de tube sont accordés entre eux de manière à obtenir
- en augmentant la pression interne hydraulique et en conservant l'écartement axial des poinçons, un agrandissement du diamètre extérieur en même temps qu'une diminution de l'épaisseur de paroi,
 - en augmentant la pression interne hydraulique et en diminuant l'écartement axial des poinçons au moyen de la pression axiale mécanique, un agrandissement du diamètre extérieur, la conservation de l'épaisseur de paroi et une diminution de la longueur de tube et
 - en maintenant une pression interne hydraulique, en diminuant l'écartement axial des poinçons au moyen de la pression axiale mécanique et en conservant le diamètre extérieur de départ du tube, une diminution de la longueur de tube
- et une augmentation de l'épaisseur de paroi.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le formage du tube de départ en tube fini a lieu en continu et à vitesse constante.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le degré du formage est choisi en fonction de la matière, de façon à produire une transformation de la structure interne provoquant l'écroûissage à froid.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pendant l'agrandissement du diamètre extérieur du tube, la pression interne diminue et la pression d'appui des poinçons sur les extrémités de tube s'adapte.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les poinçons n'agissent que sur les surfaces frontales des extrémités de tube orientées vers ceux-ci.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la modification de l'écartement axial des poinçons a lieu par déplacement de l'un ou des deux poinçons.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les tubes formés présentent un diamètre extérieur supérieur à 219 mm.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lors du formage, il se produit une augmentation du diamètre extérieur d'au moins 1,5 fois le diamètre extérieur de départ en une seule opération.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** un tube sans soudure est utilisé comme tube de départ.
10. Dispositif pour le formage d'un tube conformément au procédé selon les revendications 1 à 9, **caractérisé par**
- deux poinçons (7, 8) alignés axialement l'un par rapport à l'autre, dont au moins l'un est monté de manière mobile axialement par rapport à l'autre et peut être déplacé progressivement par une commande de déplacement, leurs surfaces

- frontales étant réalisées en tant que surfaces d'appui planes pour le tube (1) à enserrer,
- un dispositif de génération de pression pour créer une pression interne dans le tube enserré et **caractérisé par** 5
 - un dispositif de commande au moyen duquel le déplacement axial des poinçons (7, 8), leur pression d'appui sur les surfaces frontales du tube enserré et la valeur de la pression interne peuvent être réglés indépendamment les uns des autres, mais en accord les uns avec les autres. 10
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**un dispositif de centrage est prévu, au moyen duquel le tube à enserrer peut être aligné par rapport aux poinçons (7, 8). 15
12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, sur les côtés frontaux des poinçons (7, 8), des éléments d'étanchéité sont prévus pour fermer de façon étanche le passage vers les extrémités du tube enserré. 20
13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il est possible d'installer entre les poinçons (7, 8) un appui qui définit la dimension extérieure du tube à former. 25 30
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'appui est constitué par une forme fermée. 35
15. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'appui est composé de plusieurs segments en forme de coques formant ensemble une forme fermée. 40

45

50

55

Fig. 1

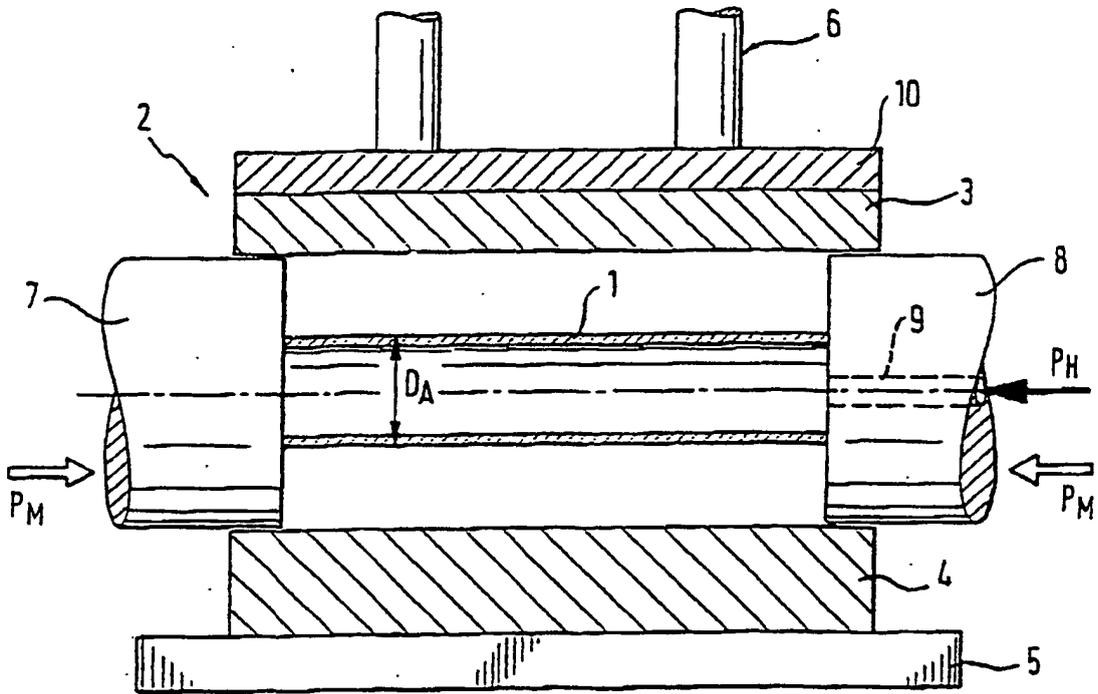


Fig. 2

