

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 287 921 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **02018623.5**

(22) Anmeldetag: **20.08.2002**

(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**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **30.08.2001 DE 10142076**

14.03.2002 DE 10211092

(71) Anmelder: **Schuler Hydroforming GmbH & Co. KG**
57234 Wilnsdorf (DE)

(72) Erfinder:

- **Groche, Peter, Prof.Dr.-Ing.-Wirtsch.-Ing.**
64363 Mühlthal-Traisa (DE)

- **Huber, Ralf, Dipl.-Ing.**

70176 Stuttgart (DE)

- **Steinheimer, Rainer, Dipl.-Ing.**

63128 Dietzenbach (DE)

- **Prier, Matthias, Dr.-Ing.**

57234 Wilnsdorf (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.**

Patentanwälte Hemmerich & Kollegen,

Eduard-Schloemann-Strasse 55

40237 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen von Werkstücken nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren**

(57) Bei einem Verfahren zum Herstellen von Werkstücken nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem Halbzeug mit einer Prozeßführung unter Berücksichtigung des Axialstempelweges bzw. der Axialstempelpkraft für den Innendruck, wird der Umformpro-

zeß mit einer Abhängigkeit zwischen dem zugeführten Volumenstrom und dem Axialstempelweg bzw. der Axialstempelpkraft geregelt.

EP 1 287 921 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Werkstücken nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem Halbzeug mit einer Prozeßführung unter Berücksichtigung des Axialstempelweges bzw. der Axialstempelkraft für den Innendruck.

[0002] Das Innenhochdruck-Umformverfahren ist im Stand der Technik bekannt und in der einschlägigen Literatur hinlänglich beschrieben (vgl. DE-Z "Werkstattechnik 79 (1989)", VDI-Fortschrittsberichte, Reihe 2, Nr. 142, VDI-Verlag 1987). Es wird vorzugsweise zum Herstellen unterschiedlich geformter Hohlkörper aus einem Halbzeug, beispielsweise ein rohrförmiges Werkstück, angewendet. Wie bekannt, wird dabei ein Rohrabschnitt, z.B. aus Stahl oder Kupfer, in ein mehrteiliges Innenhochdruck-Umformwerkzeug ohne feste Innenmatrize mit Umformstößeln und einer Innenhochdruckquelle eingelegt. Nach dem Verschließen der Enden des Rohrabschnitts durch die Umformstößel wird der Rohrabschnitt mit Hilfe eines geeigneten Fluids mit hohem Innendruck beaufschlagt und unter gleichzeitiger Beaufschlagung mit axialem Druck (durch die Umformstößel) auf die Rohrwandung umgeformt. Der Axialdruck und der Innendruck bewirken, daß sich der Rohrabschnitt an die endgültige Form des Hohlkörpers aufweisende Innenkontur bzw. -wandung des Umformwerkzeugs anlegt. Beim Innenhochdruck-Umformen wird der Werkstoff in den plastischen Zustand versetzt, der während des gesamten Umformvorgangs unter Berücksichtigung von Werkstoffverfestigungen und etwaiger Werkzeugkräfte aufrechterhalten wird.

[0003] Die herkömmliche, seit Jahrzehnten unverändert so praktizierte Art des Prozeßablaufs besteht darin, den Innendruck in Abhängigkeit zum Axialstempelweg bzw. der Axialstempelkraft bzw. umgekehrt zu führen. Dieser Zusammenhang ist so zu wählen, daß die Versagensfälle Falten und Bersten vermieden werden können. Bei einer solchen Prozeßsteuerung wirken sich allerdings Bauteil und Werkzeug spezifische Schwankungen nachteilig auf die Umformung aus.

[0004] Die schwierigen Voraussetzungen für einen Erfolg dieser Art der Prozeßführung sind daher relativ konstante Randbedingungen. Das bedeutet, daß Abweichungen sowohl der mechanischen als auch der geometrischen Kennwerte des eingesetzten Halbzeugs sowie der Reibung zwischen Werkstück und Werkzeug nur in einem gewissen Maße toleriert werden können. Beispielsweise ergibt sich durch eine niedrigere Festigkeit des Halbzeugs bei gleichem Verhältnis von Innendruck zu Axialweg eine höhere Berstgefahr.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem sich der Umformprozeß verbessern läßt, insbesondere eine Prozeßführung ermöglicht, die deutlich fehler-toleranter und robuster ist.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Umformprozeß mit einer Abhän-

gigkeit zwischen dem zugeführten Volumenstrom und dem Axialstempelweg bzw. der Axialstempelkraft geregelt wird. Es läßt sich hiermit eine Prozeßführung mit sehr viel weiter gestalteten Toleranzen erfolgreich führen. Dabei liegt es im Rahmen der Möglichkeiten, sowohl den gesamten Prozeß in dieser Weise zu führen als auch nur einen Ausschnitt aus dem Gesamtprozeß - z.B. den Bereich der großen Formänderungen - mit der vorgeschlagenen Regelung zu führen und den Rest in konventioneller Art.

[0007] Im Gegensatz zu der in Fig. 1 als Druck-Weg-Diagramm dargestellten herkömmlichen Prozeßführung als Variante des Arbeitsdiagramms nach Fig. 3, das das Prozeßfenster und die daneben liegenden Bereiche des Versagens bei einer Regelung durch Innendruck und Axialkraft zeigt, werden mit der erfindungsgemäßen Regelung, nämlich wie als Diagramm mit dem Fluidvolumen über den Axialstempelweg (- oder Axialstempelweg über Fluidvolumen -) in Fig. 2 dargestellt, mehrere Vorteile gleichzeitig erreicht, weil Schwankungen der Systemparameter ausgeglichen werden können bzw. nicht wirksam werden, da sehr viel größere Toleranzen möglich und daher unschädlich sind.

[0008] Diese Systemparameter betreffen beispielsweise unvermeidliche Schwankungen der Reibbedingungen zwischen Bauteil bzw. Werkstück und Werkzeug, Schwankungen der mechanischen Materialkennwerte (R_{eH} , R_m , n , etc) sowie Schwankungen der Wanddicke. Aufgrund der erfindungsgemäßen Regelung unter Berücksichtigung des Fluidvolumens bzw. Volumenstroms als Führungsgröße wird der gesamte Innenhochdruck-Umformprozeß deutlich robuster gegenüber Schwankungen von Randbedingungen, z.B. die vorgenannten Systemparameter.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Werkstücken nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren aus einem Halbzeug mit einer Prozeßführung unter Berücksichtigung des Axialstempelweges bzw. der Axialstempelkraft für den Innendruck,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Umformprozeß mit einer Abhängigkeit zwischen dem zugeführten Volumenstrom und dem Axialstempelweg bzw. der Axialstempelkraft geregelt wird.

Fig. 1

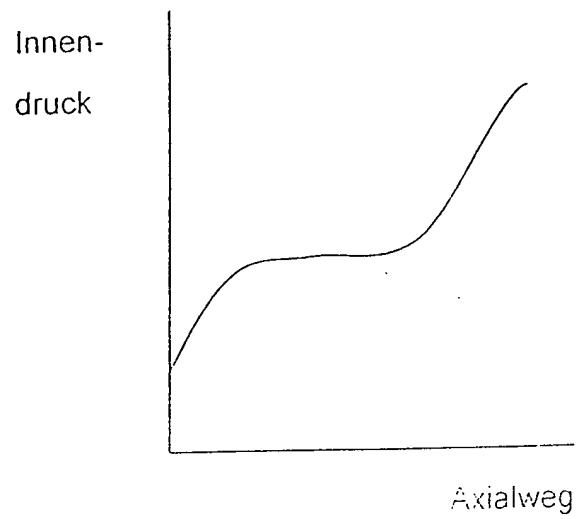


Fig. 2

