

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 876 858 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.11.1998 Patentblatt 1998/46

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 26/02**

(21) Anmeldenummer: **98102322.9**

(22) Anmeldetag: **11.02.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **09.05.1997 DE 19719676**

(71) Anmelder:

- **Fried. Krupp AG Hoesch-Krupp**
45143 Essen (DE)
- **Fried. Krupp AG**
Hoesch-Krupp
44145 Dortmund (DE)

(72) Erfinder:

Von der Herberg, Uwe, Dipl.-Ing.
74072 Heilbronn (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Halbzeug und Innenhochdruckwerkzeug für die Durchführung des Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Halbzeug (5) mit geschlossenem Querschnitt mit einer oder mehreren Kammern mittels eines zwei- oder mehrteiligen Innenhochdruckwerkzeugs mit einem zyklisch herstell- und lösbaren Abichtungssystem, mit dem eine Abichtung zwischen dem Innenhochdruckwerkzeug und dem umzuformenden Halbzeug bewirkt wird, wobei das umzuformende Halbzeug (5) in das Innenhochdruckwerkzeug eingelegt wird. Die Erfindung betrifft ferner ein Innenhochdruckwerkzeug für die Durchführung des Verfahrens.

Es werden folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

- Das Halbzeugende des umzuformenden Bereichs wird zwischen eine einteilige innere (6) und äußere Aufnahme (7) eines Axialstempels (4) eingeführt.
- Sodann werden die beiden Hälften des Innenhochdruckwerkzeugs - das Oberteil (1) und das Unterteil (2) - geschlossen.
- Danach wird der Axialstempel (4) vorgefahren und das Halbzeug gleichzeitig befüllt, wobei zunächst das Halbzeug (5) zentriert wird und sich das Ende dessen umzuformenden Bereichs dichtschießend im Bereich der Stirnfläche (8) zwischen der einteiligen inneren (6) und äußeren Aufnahme (7) des Axialstempels (4) anlegt.
- Während des Vorfahrens des Axialstempels (4) bei vollgefülltem Halbzeug (5) beginnt unter der Wirkung des Innendrucks und der Kraft des Axialzylinders der Umformprozeß und wird solange durchgeführt, bis das fertige Bauteil (5') an der

Innenwand des Innenhochdruckwerkzeugs anliegt.

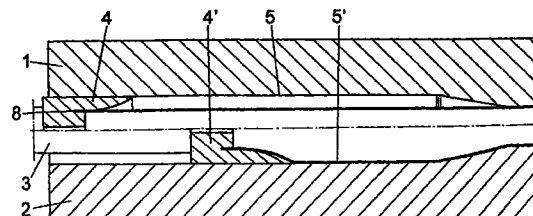


Fig. 3

EP 0 876 858 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Halbzeug mit geschlossenem Querschnitt mit einer oder mehreren Kammern mittels eines zwei- oder mehrteiligen Innenhochdruckwerkzeugs mit einem zyklisch herstell- und lösbaren Abdichtungssystem, mit dem eine Abdichtung zwischen dem Innenhochdruckwerkzeug und dem umzuformenden Halbzeug bewirkt wird, wobei das umzuformende Halbzeug in das Innenhochdruckwerkzeug eingelegt wird. Die Erfindung betrifft ferner ein Innenhochdruckwerkzeug für die Durchführung des Verfahrens.

Bei der Herstellung von Bauteilen unter Anwendung der Innenhochdruckumformung und der Verwendung von nichtebenen Halbzeugen können hohe Umformgrade nur durch den Einsatz regelbarer Hydraulikzylinder erreicht werden, die in axialer Richtung des Halbzeugendes Kräfte über die Stirnfläche des Halbzeugs einleiten. Unter nichtebenen Halbzeugen sind sämtliche Halbzeuge mit geschlossenem Querschnitt mit einer Kammer oder mit mehreren Kammern zu verstehen, also prinzipiell Rohre und Hohlprofile aller Fertigungs- und Herstellungsverfahren und aller Materialgüten.

Während des Umformprozesses muß der Kontaktbereich zwischen dem Innenhochdruckwerkzeug und dem Halbzeug derart abgedichtet sein, daß der Austritt von Druckmedium verhindert oder zumindest erheblich begrenzt wird, damit der für die Umformung notwendige Innendruck nicht beeinflußt wird.

Bei der Verwendung von ebenen Halbzeugen kann eine einwandfreie Abdichtung durch eine bei der Schließbewegung des Werkzeugs herbeigeführte plastische Deformation und der damit verbundenen lokalen Verdichtung des Werkstoffs erreicht werden (DE 195 06 067 C1).

Für einige Bauteilgruppen sind bei den Halbzeugen der eingangs genannten Art Umfangserweiterungen, beginnend bei wenigen Prozent bis hin zu hundert Prozent und mehr, über einen Bereich bzw. über mehrere Bereiche mit Längenausdehnungen von mehreren hundert Millimetern in besonderer Weise von Bedeutung. Hierbei würden sich die bekannten Abdichtungssysteme sehr nachteilig auf die Kontaktflächen zwischen der Werkzeugwand und der äußeren Mantelfläche des Halbzeugs auswirken, weil dabei das Halbzeug aufgrund des starken Innendrucks gegen die Werkzeugwand gedrückt wird, so daß hohe Kontaktkräfte entstehen. Durch die induzierten hohen Reibungskräfte würde somit die erwünschte Relativbewegung zwischen Halbzeug und Werkzeug bei längeren Schiebestrecken verhindert und bei kürzeren Schiebestrecken zumindest erheblich behindert werden.

Ferner zeigt die US-PS 5 321 964 eine Abdichtvorrichtung für eine Innenhochdruckumformpresse für das Innenhochdruckumformen von Rohren. Dabei wird ein Rohr in ein zweigeteiltes Innenhochdruckumformwerk-

zeug gelegt. Dieses Werkzeug wird dann radial zum Rohr gesehen geschlossen, wonach dann das Stirnende mittels eines gegen dieses Ende axial vorfahrbaren Abdichtungsstempels, der eine zweiteilige, nämlich eine innere und eine davon separate äußere Aufnahme des Rohrendes aufweist, abgedichtet wird. Danach folgt dann das Innenhochdruckumformen des Rohres bei dann stillstehendem Abdichtstempel, d.h. der Abdichtstempel leistet somit keine aktive Mitarbeit beim Innenhochdruckumformen des Rohres. Dies bedeutet auch, daß dieses Umformen immer mit einer Materialabstreckung und damit Verringerung der Wandstärke einhergeht.

Außerdem zeigt die US-PS 4 414 834 lediglich ein Verfahren und Werkzeug zum ganz normalen Aufweitstauchen in einem geöffneten Werkzeug mit Stauchvorgang in dann geschlossenem Werkzeug, wobei nur kurze dünnwandige Rohre in einer Presse mit Schließrichtung in Rohrachse im wesentlichen durch die Presskraft umgeformt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bekannten Verfahren zu vermeiden und ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Halbzeug so auszugestalten, daß die Relativbewegung zwischen Werkzeug und Halbzeug nicht durch Reibungskräfte behindert und somit der Umformprozeß erleichtert wird auch ohne Materialabstreckung auch bei langen und dickwandigen Halbzeugen.

Die gestellte Aufgabe wird bei dem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst,

- daß das Halbzeugende des umzuformenden Bereichs zwischen eine einteilige innere und äußere Aufnahme eines Axialstempels eingeführt wird,
- daß sodann die beiden Hälften des Innenhochdruckwerkzeugs - das Oberteil und das Unterteil - geschlossen werden,
- daß danach der Axialstempel vorgefahren und das Halbzeug gleichzeitig befüllt wird, wobei zunächst das Halbzeug zentriert wird und sich das Ende dessen umzuformenden Bereichs dichtschießend im Bereich der Stirnfläche zwischen der einteiligen inneren und äußeren Aufnahme des Axialstempels anlegt,
- und daß während des Vorfahrens des Axialstempels bei vollgefülltem Halbzeug unter der Wirkung des Innendrucks und der Kraft des Axialzylinders der Umformprozeß beginnt und solange durchgeführt wird, bis das fertige Bauteil an der Innenwand des Innenhochdruckwerkzeugs anliegt.

Durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird erreicht, daß keine Reibungskräfte zwischen Werkzeug und Halbzeug auftreten, so daß der Umformprozeß mit geringem Aufwand, insbesondere geringem Kostenaufwand, durchgeführt werden kann. Bei nur geringer Waddickenreduzierung im Umform-

bereich (dem Schiebebereich) wird das Halbzeug auf die Endlänge verkürzt, wodurch entsprechende Umfangs- und Querschnittserweiterungen erzielt werden. Diese Umfangs- und Querschnittserweiterungen sind notwendig, um gegebenenfalls in einem zweiten Umformprozeß in einem weiteren Innenhochdruckwerkzeug die Form des Bauteils formfüllend herstellen zu können, ohne daß sich dabei größere Wanddickenreduzierungen ergeben. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird somit eine hohe Qualität des fertigen Bauteils erreicht, wodurch die notwendigen Bauteileigenschaften sichergestellt sind, um den an das Bauteil gestellten Anforderungen gerecht zu werden.

Bei dem zwei- oder mehrteiligen Innenhochdruckwerkzeug für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei das Innenhochdruckwerkzeug mit einem zyklisch herstell- und lösbaren Abdichtungssystem versehen ist, mit dem eine Abdichtung zwischen dem Innenhochdruckwerkzeug und einem umzuformenden Halbzeug mit geschlossenem Querschnitt mit einer oder mehreren Kammern bewirkt wird, besteht die Erfindung darin,

- daß das Innenhochdruckwerkzeug aus mindestens zwei Werkzeugteilen - dem Oberteil und dem Unterteil - sowie mindestens einem Axialstempel mit dessen antreibendem Axialzylinder sowie dessen Halteplatte besteht,
- daß der Axialstempel eine einteilige innere und äußere Aufnahme aufweist, die das Ende des umzuformenden Bereichs des Halbzeugs umschließen,
- und daß zwischen der einteiligen inneren und äußeren Aufnahme eine Stirnfläche vorgesehen ist, gegen die sich das umzuformende Halbzeug während der Vorfahrtbewegung des Axialstempels anlegt.

Durch die geometrische Gestaltung von Werkzeugwand und Axialstempel wird der Kontakt zwischen der Werkzeugwand und der äußeren Mantelfläche des Halbzeugs zunächst vollständig vermieden. Erst nach Beendigung des Umformprozesses liegt das dann für diese Umformoperation fertige Bauteil an der Innenwand des Innenhochdruckwerkzeugs an.

In der Zeichnung ist als Ausführungsbeispiel ein Innenhochdruckwerkzeug für den umzuformenden Bereich des Halbzeugs - bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist dies der linke Abschnitt des Halbzeugs - in verschiedenen Stellungen schematisch dargestellt. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 das Innenhochdruckwerkzeug bei abgehobenem Oberteil;
 Fig. 2 das Innenhochdruckwerkzeug in geschlossenem Zustand, vor Beginn des Umformprozesses;
 Fig. 3 das Innenhochdruckwerkzeug gemäß Fig. 2,

wobei in der unteren Hälfte der Axialstempel in seiner Stellung nach Beendigung des Umformprozesses dargestellt ist.

Das Innenhochdruckwerkzeug besteht aus einem Oberteil 1, einem Unterteil 2 und mindestens einem Axialstempel 4 mit dessen antreibendem Axialzylinder mit der Kolbenstange 3 sowie dessen Halteplatte. Nachdem das Halbzeug 5 in das Innenhochdruckwerkzeug eingebracht ist, wird das Oberteil 1 auf das Unterteil 2 abgesenkt und damit das Werkzeug geschlossen (Fig. 2).

Der Axialstempel 4 weist eine einteilige innere 6 und äußere Aufnahme 7 auf, zwischen denen der umzuformende Bereich des Halbzeugs 5 eingeführt ist. Dabei legt sich das Ende des umzuformenden Bereichs des Halbzeugs 5 gegen die zwischen die innere Aufnahme 6 und die äußere Aufnahme 7 des Axialstempels 4 vorgesehene Stirnfläche 8 an.

Wie aus der unteren Hälfte der Fig. 3 zu ersehen ist, erfolgt die Umformung des Halbzeugs 5 durch Verschieben des Axialstempels 4 mittels der Kolbenstange 3. Nach Beendigung des Umformprozesses liegt das nunmehr fertige Bauteil 5' an der Innenwand des Innenhochdruckwerkzeugs - bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel an der Innenwand des Unterteils 2 des Innenhochdruckwerkzeugs - an und der Axialstempel 4 befindet sich in der mit 4' bezeichneten Stellung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils aus einem Halbzeug mit geschlossenem Querschnitt mit einer oder mehreren Kammern mittels eines zwei oder mehrteiligen Innenhochdruckwerkzeugs mit einem zyklisch herstell- und lösbaren Abdichtungssystem, mit dem eine Abdichtung zwischen dem Innenhochdruckwerkzeug und dem umzuformenden Halbzeug bewirkt wird, wobei das umzuformende Halbzeug in das Innenhochdruckwerkzeug eingelegt wird,

dadurch gekennzeichnet,

- 1.1 daß das Halbzeugende des umzuformenden Bereichs zwischen eine einteilige innere (6) und äußere Aufnahme (7) eines Axialstempels (4) eingeführt wird,
- 1.2 daß sodann die beiden Hälften des Innenhochdruckwerkzeugs - das Oberteil (1) und das Unterteil (2) - geschlossen werden,
- 1.3 daß danach der Axialstempel (4) vorgefahren und das Halbzeug gleichzeitig befüllt wird, wobei zunächst das Halbzeug (5) zentriert wird und sich das Ende dessen umzuformenden Bereichs dichtschießend im Bereich der Stirnfläche (8) zwischen der einteiligen inneren (6) und äußeren Aufnahme (7) des Axialstempels (4) anlegt,

1.4 und daß während des Vorfahrens des Axialstempels (4) bei vollgefülltem Halbzeug (5) unter der Wirkung des Innendrucks und der Kraft des Axialzylinders der Umformprozeß beginnt und solange durchgeführt wird, bis das fertige Bauteil (5') an der Innenwand des Innenhochdruckwerkzeugs anliegt.

2. Zwei- oder mehrteiliges Innenhochdruckwerkzeug mit einem zyklisch herstell- und lösbaren Abdichtungssystem, mit dem eine Abdichtung zwischen dem Innenhochdruckwerkzeug und einem umzuformenden Halbzeug mit geschlossenem Querschnitt mit einer oder mehreren Kammern bewirkt wird, für die Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

2.1 daß das aus mindestens zwei Werkzeugteilen - dem Oberteil (1) und dem Unterteil (2) - bestehende Innenhochdruckwerkzeug mindestens einen Axialstempel (4) mit dessen antreibendem Axialzylinder sowie dessen Halteplatte aufweist,

2.2 daß der Axialstempel (4) eine einteilige innere (6) und äußere Aufnahme (7) aufweist, die das Ende des umzuformenden Bereichs des Halbzeugs (5) umschließen,

2.3 und daß zwischen der einteiligen inneren (6) und äußeren Aufnahme (7) eine Stirnfläche (8) vorgesehen ist, gegen die sich das umzuformende Halbzeug (5) während der Vorfahrtbewegung des Axialstempels (4) anlegt.

35

40

45

50

55

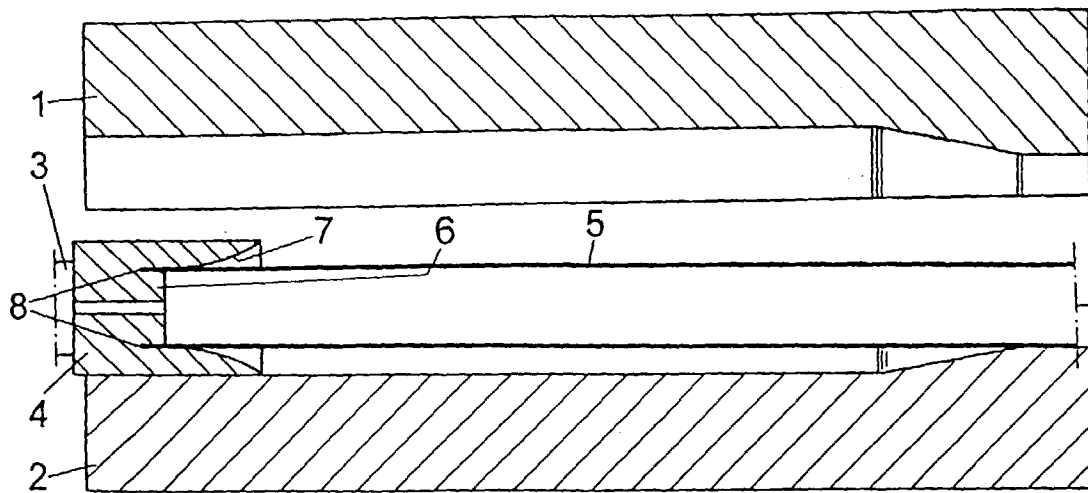


Fig. 1

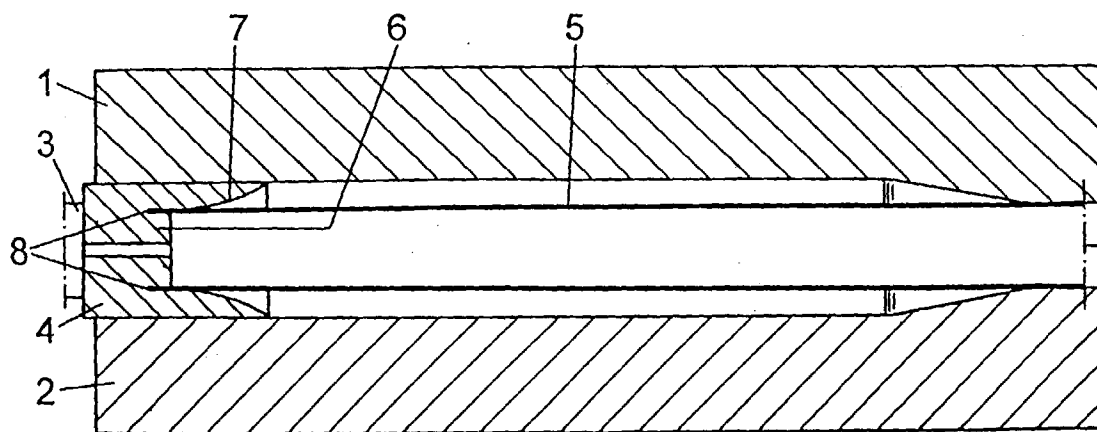


Fig. 2

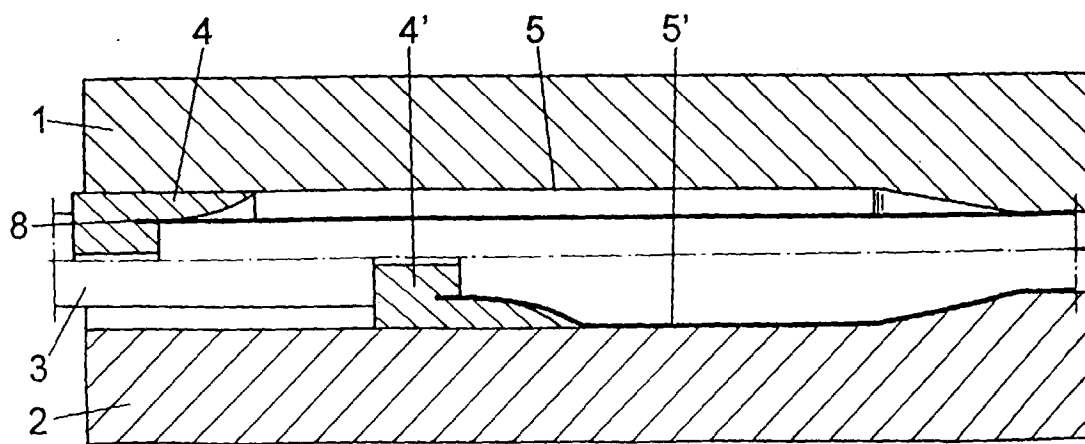


Fig. 3