



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 005 932 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2000 Patentblatt 2000/23

(51) Int. Cl.⁷: **B21J 5/12**

(21) Anmeldenummer: **99106390.0**

(22) Anmeldetag: **27.03.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY 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: **13.11.1998 DE 19852261**

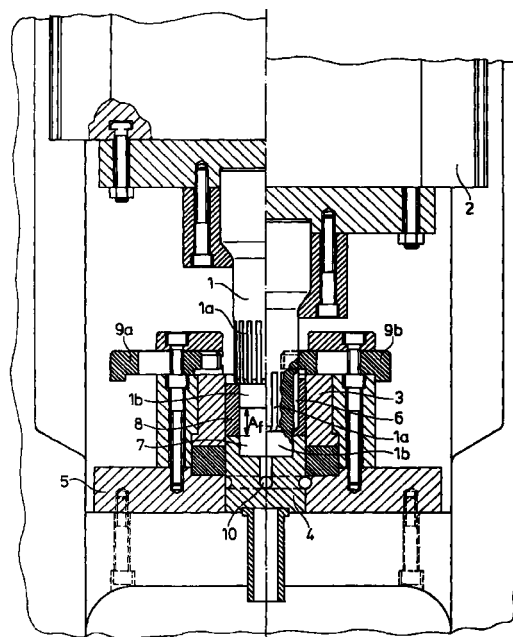
(71) Anmelder: **SMS Eumuco GmbH
51377 Leverkusen (DE)**

(72) Erfinder:
Die Erfindernennung liegt noch nicht vor

(74) Vertreter:
**Pollmeier, Felix, Dipl.-Ing.
Patentanwälte
HEMMERICH-MÜLLER-GROSSE-POLLMEIER
Eduard-Schloemann-Strasse 55
40237 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur plastischen Formgebung eines Hohlzylinders mit Innenverzahnung**

(57) Um Rundkörper, insbesondere großer Dimensionen, spanlos umzuformen, wird ein Verfahren und eine Vorrichtung vorgeschlagen, wobei ein zylinderförmiger Rohling (8) mit Zentralbohrung in die Preßmatrize eingelegt wird, die einen ringförmigen Mantel (3) und ein Gegenlager (4) umfaßt, daß der Preßstempel (1), der aus einem vorgelagerten Zapfen (1b) und einem Verzahnungswerkzeug (1a), das an seinem Außenumfang mit dem Profil (6) der gewünschten Innenverzahnung versehen ist, besteht, auf den Rohling (8) aufgesetzt wird, daß zuerst der Zapfen (1b), dessen Durchmesser dem Innendurchmesser des Rohlings mit geringfügigem Untermaß entspricht, in den Rohling ohne Umformvorgang eintaucht und anschließend das Verzahnungswerkzeug (1a) in den Rohling eingepreßt wird und der Zapfen (1b) in eine Vertiefung (7) des Gegenlagers (4) eintaucht, wobei das Material des Rohlings entgegen der Druckrichtung fließt und aufgrund des voreilenden Zapfens (1b) eine Fließbewegung in den Hohlraum des Rohlings verhindert wird.



EP 1 005 932 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur plastischen Formgebung eines Hohlzylinders mit Innenverzahnung in einer Preßmatrize mittels eines Preßstempels.

[0002] Bisher wurden große Rundkörper, beispielsweise Zahnräder und Zahnkränze, die einen Innendurchmesser von über 300 bis zu 1500 mm aufweisen, durch mechanische Bearbeitung von abgelängten Rohren oder aus Hülsen, die durch Ringwalzen hergestellt wurden, gefertigt. Da diese Fertigungstechniken aufwendig und teuer sind, bietet sich zur Vereinfachung derartiger Fertigungsprozesse das spanlose Umformen mittels Fließpressen an.

[0003] Es ist bekannt, metallische Rundkörper spanlos in Form eines Fließpreßvorgangs umzuformen. Hierbei wird der Umstand ausgenutzt, daß sich der Werkstoff unter Einwirkung statischer Kräfte bei länger anhaltendem Druck oberhalb seiner Streckgrenze durch plastisches Fließen umformt.

[0004] Bei den Verfahren zum Einbringen von Verzahnungen in Rundkörper durch Fließpressen wird grundsätzlich zwischen den Verfahren zum Einbringen einer Außenverzahnung sowie den Verfahren zum Einbringen einer Innenverzahnung unterschieden. Im allgemeinen ist das Warm-Einpressen einer Innenverzahnung problematischer aufgrund eines Schrumpfvorgangs des umgeformten Werkstücks auf den Stempel, was sich nachteilig auf den Auswerfvorgang auswirkt.

[0005] Zum Einbringen einer zylindrischen Innenverzahnung sind die nachfolgenden Verfahren bekannt:

[0006] Erstens ist das Rückwärts-Fließpressen aus Vollmaterial bekannt. Hierbei wird in eine Matrize ein zylindrischer Vollkörper eingelegt und ein außenverzahnter Stempel mit kleinerem Durchmesser in das Material eingedrückt. Das Material fließt entgegen der Druckrichtung entlang der Verzahnung des Stempels. Dieses Verfahren ist für große zylindrische Rundkörper aufgrund der hohen benötigten Drücke ungeeignet.

[0007] Zum zweiten ist das Vorwärts-Fließpressen von Hohlmaterial bekannt, wie es beispielsweise in der EP 0 322 770 beschrieben ist. Ein Hohlzylinder wird entlang der Verengung zwischen einem Formring und einem mit einer Außenverzahnung versehenen Dorn gedrückt. Das Abstreifen des Werkstücks vom Stempel wird durch ein Ring-auf-Ring-Pressen erreicht. Wegen der notwendigen Wartezeit, die bis zum Beladen mit dem nächsten Ring entsteht, hat dieses Verfahren sich nur in der Kaltumformung durchgesetzt, weil die Gefahr eines Schrumpfens des Rings auf den Stempel und vor allem der Wärmeübergang auf das Werkzeug geringer ist. Zum Einbringen einer Innenverzahnung in einen Hohlkörper mit großen Abmessungen, welche eine Warmumformung notwendig macht, empfiehlt sich das Verfahren nach der EP 0 322 770 demnach nicht.

[0008] Des weiteren ist das Stauchen eines Hohl-

körpers im Gesenk mit radialem Stofffluß zu einem inneren Dorn bekannt. Hierbei wird ein zylindrischer Hohlkörper in eine Matrize eingelegt und in die Bohrung des Hohlkörpers ein mit einer Außenverzahnung versehener Dorn eingeführt. Durch Aufbringen eines Stempels auf den Hohlkörper wird das Material radial gegen den inneren Dorn gepreßt und mit der gewünschten Innenverzahnung versehen. Dieses Verfahren weist zum einen den Nachteil auf, daß die Formänderung des Rundkörpers über die Höhe relativ ungleichmäßig ist, wobei diese Ungleichmäßigkeit mit steigender Höhe des Ausgangsrohlings zunimmt. Die mit dem Stempel in Kontakt kommende Stirnfläche des Rundkörpers wird stärker umgeformt als die gegenüberliegende Stirnfläche oder die mittlere Zone in Mitte der Gesamthöhe. Die Druckspannungen über die Höhe sind während der Umformung nicht gleichmäßig, weshalb auch das Werkzeug ungleichmäßig verschleißt. Auch bei diesem Verfahren ist für die Warmumformung von Nachteil, daß bei größerer Höhe des Hohlkörpers eine zunehmende Kontaktfläche zum Werkzeug entsteht, wodurch das Aufschrumpfen begünstigt, das Abstreifen jedoch erschwert wird.

[0009] Bei einem vierten bekannten Verfahren wird ein mit einer Außenverzahnung versehener Dorn in einen Hohlzylinder geführt. Ein Segmentring, der aus einzelnen konisch verlaufenden Elementen besteht, wird um diesen Hohlzylinder gelegt und mit radialem Druck beaufschlagt. Das Material wird in die Außenverzahnung des Dorns gedrückt. Dieses Verfahren zeigt zum einen den Nachteil, daß der Bau der Werkzeuge sehr kompliziert ist, insbesondere der des Segmentrings. Des weiteren kommt es zu einem ungleichmäßigen Verschleiß der Zähne des Dorns mit dem genannten Nachteil an fehlender Maßgenauigkeit. Ferner ist durch die zwangsläufig vorhandene Fuge zwischen den Segmenten eine Wulstbildung an der Außenfläche des Hohlringes durch das Aufdrücken des Segmentrings zwischen den einzelnen Segmenten festzustellen, die mit einer aufwendigen Nachbearbeitung des Zahnrades verbunden ist.

[0010] Aus der EP 0 356 118 B1 ist ein Verfahren zum Einbringen einer Innenverzahnung in einen Rundhohlkörper als Kaltumformverfahren bekannt. Es wird ein ringförmiger Hohlzylinder in eine Preßmatrize, die einen Formring umfaßt, auf einen Dorn mit Außenverzahnung gelegt. Mittels eines ringförmigen Stempels wird der Hohlzylinder entlang des Zwischenraums zwischen Formring und Dorn gepreßt.

[0011] Ausgehend von dem genannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Fließpreßverfahren und eine Vorrichtung vorzuschlagen, um die spanlose Fertigung von Rundkörpern mit großen Abmessungen mit einer zylindrischen Innenverzahnung bei möglichst geringer Nachbearbeitung zu ermöglichen.

[0012] Diese Aufgabe wird mittels des Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie der Vorrich-

tung mit den Merkmalen des Anspruchs 2 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen offenbart.

[0013] Grundgedanke der Erfindung ist, daß ein zylinderförmiger Rohling mit Zentralbohrung in die Preßmatrize eingelegt wird, die einen ringförmigen Mantel und ein Gegenlager umfaßt, daß der Preßstempel, der aus einem vorgelagerten Zapfen und einem Verzahnungswerkzeug besteht, auf den Rohling aufgesetzt wird, wobei das Verzahnungswerkzeug an seinem Außenumfang mit dem Profil der gewünschten Innenverzahnung versehen ist. Bei dem Verfahren taucht zuerst der Zapfen, dessen Durchmesser dem Innendurchmesser des Rohlings mit geringfügigem Untermaß entspricht, in den Rohling ohne Umformvorgang ein und anschließend wird das Verzahnungswerkzeug in den Rohling eingepreßt, und der Zapfen taucht in eine Vertiefung des Gegenlagers ein. Hierbei fließt das Material des Rohlings entgegen der Druckrichtung, und aufgrund des voreilenden Zapfens wird eine Fließbewegung in den Hohlraum des Rohlings verhindert.

[0014] Vorrichtungsgemäß ist die Zapfenlänge so definiert, daß das Zapfenende zu keinem Zeitpunkt des Preßvorgangs mit einem Bereich des Rohlinginnendurchmessers in Berührung ist, an dem die Fließspannung des Rohlingmaterials erreicht ist. Ein Fließen des Materials findet nur in Materialbereichen oberhalb des Zapfenendes statt. Auf diese Weise ist ein Rückwärtsverdrängen des Materials entgegen der Druckrichtung gewährleistet. Ein Vorwärtsfließen von Material wird verhindert.

[0015] Die Zapfenlänge ist somit in Abhängigkeit von gewähltem Druck und den Materialeigenschaften zu bestimmen. Bei einer Ausführungsform des Zapfens, dessen Länge nicht über die Höhe des Rohlings hinausgeht, muß zusätzlich gewährleistet sein, daß an der nicht durch den Zapfen gestützten Innenoberfläche des Rohlings die Fließspannung des Materials nicht erreicht wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Zapfen länger als die Höhe des Rohlings ausgebildet.

[0016] Vorzugsweise besteht der Zapfen aus verschleißfestem Stahl, insbesondere ist er mit einer Oberflächenhärtung versehen.

[0017] Bei dem umzuformenden Rohling muß es sich um einen Hohlzylinder handeln, beispielsweise ein ringgewalztes Vormaterial. Zur Fertigung von Hohlzylindern mit gerader Innenverzahnung weist das Verzahnungswerkzeug eine entsprechendes gerades Verzahnungsprofil auf. Die profilierte Länge des Verzahnungswerkzeugs entspricht hierbei in etwa der Höhe des Rohlings.

[0018] Der Preßrohling kann so dimensioniert sein, daß er passend in die Matrize mit einem ringförmigen Mantel und einem Gegenlager oder Boden einlegbar ist. Vorzugsweise ist der Außendurchmesser des Preßrohlings so bemessen, daß er kleiner ist als der Innendurchmesser des Matrizenmantels. Bei Druckbeaufschlagung durch den Preßstempel und Ein-

führen des Verzahnungswerkzeugs wird das Material gleichzeitig entgegen der Druckrichtung und radial nach außen in Richtung der Wandung des Matrizenmantels verdrängt. Durch diese Kombination von Rückwärts-Fließpressen und gleichzeitigem Aufweiten des Durchmessers des Ausgangsmaterials wird der Kraftbedarf zu bekannten Preßverfahren reduziert, und somit ist dieses Verfahren insbesondere für Rundkörper großer Dimensionen geeignet.

[0019] Das Gegenlager, auf das der Rohling zur Auflage kommt, ist vorzugsweise als Auswerfeinheit ausgebildet. Nach Beendigung des Umformvorgangs wird der Preßstempel mit Verzahnungswerkzeug und Zapfen aus der Preßmatrize herausgefahren. Der nun innenverzahnte Rundkörper wird mittels der in Richtung Pressenstößel verfahrbaren Auswerfeinheit, deren Außendurchmesser in etwa dem Innendurchmesser der Matrize entspricht, von dem Matrizenmantel gelöst und ausgeworfen. Die Auswerfeinheit dient demnach zum einen als Gegenlager, zum anderen zum Auswerfen des Werkstücks.

[0020] Zur Unterstützung des Auswerfvorgangs sind an der oberen Stirnfläche des den Matrizenmantel umgebenden Matrizenaufnahmerings Abstreifer vorgesehen, die das Werkstück beim Zurückfahren des Stempels in Position halten und somit vom Verzahnungswerkzeug abstreifen.

[0021] Vorzugsweise ist im Gegenlager mit Öffnung in die Vertiefung eine Bohrung vorgesehen. Diese dient als Lüftungsloch zum Auslaß der komprimierten Luft. Ferner dient sie als Ausblasmöglichkeit, zur Kühlung und/oder Schmierung.

[0022] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung. Hierbei zeigt die einzige Figur eine Seitenansicht der vorgeschlagenen Preßvorrichtung.

[0023] Der linke Figurenteil zeigt die Preßvorrichtung mit in die Preßmatrize eingelegtem Werkstück vor dem Umformprozeß. Der rechte Figurenteil zeigt den Vorgang des Rückwärtsfließpressens.

[0024] Als Ausgangsmaterial oder Rohling 8 kommt ein vorgeformter Ring, hergestellt beispielsweise durch Ringwalzen, zum Einsatz. Dieser Ring wird in die Matrize eingelegt. Die Matrize besteht im wesentlichen aus einem ringförmigen Mantel 3, der in einem Matrizenaufnahmering eingesetzt ist sowie aus einem Gegenlager 4 oder Boden. Das Gegenlager 4 ist als Auswerfeinheit, insbesondere als Auswerferscheibe, ausgeführt. Sie ist durch den Pressentisch 5 hindurch zur Beschickungsseite hin verfahrbar. Das Gegenlager 4 weist eine zylinderförmige Vertiefung 7 auf. Der Durchmesser der Vertiefung entspricht maximal dem Innendurchmesser des vorgeformten Rings. An der oberen Stirnfläche der Matrize, hier auf dem Matrizenaufnahmering, sind Abstreifer 9a und b vorgesehen.

[0025] Der Preßstempel 1, der an einem Preßstößel 2 befestigt ist, wirkt als Gegenstück zur Matrize, Auswerfeinheit und Abstreifern. Der Preßstempel 1

umfaßt ein Verzahnungswerkzeug 1a mit einem Zahnprofil 6 sowie einen Zapfen 1b. Der Zapfen ist als glatter Zylinder ausgebildet. Der Durchmesser des Zapfens entspricht dem Innendurchmesser des eingesetzten Rings mit geringfügigem Untermaß und demnach auch dem Durchmesser der zylindrischen Vertiefung 7 in der Auswerfereinheit. Der Fußkreis des Profils entspricht dem Durchmesser des Zapfens. Der Kopfkreis des Profils ist größer als der Innendurchmesser des Rings. Er entspricht dem gewünschten maximalen Innendurchmesser des innenverzahnten Rings.

[0026] Die Länge des Zapfens 1b entspricht bei der gezeigten Ausführungsform in etwa der Hälfte der Rohlinghöhe. Bei dieser Zapfenlänge muß gewährleistet sein, daß während des Umformvorgangs an der nicht durch den Zapfen gestützten Innenoberfläche des Rohlings, d.h. der freien Fläche A_f , die Fließspannung nicht erreicht wird. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des Zapfens größer als die Höhe des eingesetzten Rings.

[0027] Zu der Vertiefung 7 hin ist im Gegenlager bzw. Auswerfereinheit 4 eine Lüftungsbohrung 10 vorgesehen.

[0028] Beim Abwärtshub der Presse wird der Preßstempel 1 auf das Werkstück aufgesetzt, indem der Zapfen 1b in die Bohrung des Rohlings 8 ohne Umformung eintaucht und anschließend das Verzahnungswerkzeug 1a am Innendurchmesser des Rohlings angreift. Erst wenn das profilierte Teil 1a des Preßstempels den eingesetzten Ring erreicht, wird dieser umgeformt. Beim Einfahren des Verzahnungswerkzeugs 1a wird das Material des Rohlings entgegen der Druckrichtung verdrängt. Falls der Rohlingaußendurchmesser kleiner ist als der Matrizeninnendurchmesser, weitet sich der vorgeformte Ring radial nach außen auf bis zur Wand des ringförmigen Matrizenmantels 3. Da ein weiteres Aufweiten begrenzt ist, wird der restliche Teil des Volumens in die profilierte Verzahnung 6 des Preßstempels 1 verdrängt. Mittels des voreilenden Zapfens 1b wird eine Fließbewegung in den Hohlraum des Rings verhindert. Der Zapfen wirkt als Barriere und unterstützt eine Rückwärts-Fließbewegung des Materials.

[0029] Endprodukt ist ein Ring mit einer Innenverzahnung. Dabei ist es durch geeignete Wahl des Innendurchmessers des Rings möglich, daß die sich ausbildende Innenverzahnung nicht den Grund im Verzahnungsprofil des Preßstempels erreicht. Falls noch notwendig, kann sich ein Nachbearbeitungsgang anschließen.

[0030] Im Gegensatz zu der mechanischen Fertigung von innenverzahnten Zahnrädern großer Dimension wird der Materialeinsatz beim Umformen nach dem vorgeschlagenen Verfahren mittels der vorgeschlagenen Vorrichtung reduziert. Vorzugsweise erfolgt der Umformvorgang bei Stahl in einem Temperaturbereich von 800 bis 1100°C. Die mit der vorgeschlagenen Preßvorrichtung umgeformten Zahnräder können insbesondere bei großen Baumaschinen zum Einsatz

kommen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur plastischen Formgebung eines Hohlzylinders mit Innenverzahnung in einer Preßmatrize mittels eines Preßstempels,
dadurch gekennzeichnet,

daß ein zylinderförmiger Rohling (8) mit Zentralbohrung in die Preßmatrize eingelegt wird, die einen ringförmigen Mantel (3) und ein Gegenlager (4) umfaßt,

daß der Preßstempel (1), der aus einem vorgelagerten Zapfen (1b) und einem Verzahnungswerkzeug (1a), das an seinem Außenumfang mit dem Profil (6) der gewünschten Innenverzahnung versehen ist, besteht, in den Rohling (8) gepreßt wird,

wobei zuerst der Zapfen (1b), dessen Durchmesser dem Innendurchmesser des Rohlings mit geringfügigem Untermaß entspricht, in den Rohling ohne Umformvorgang eintaucht, und anschließend das Verzahnungswerkzeug (1a) in den Rohling eingepreßt wird und der Zapfen (1b) in eine Vertiefung (7) des Gegenlagers (4) eintaucht, wobei das Material des Rohlings entgegen der Druckrichtung fließt und aufgrund des voreilenden Zapfens (1b) eine Fließbewegung in den Hohlraum des Rohlings verhindert wird.

2. Vorrichtung zur plastischen Formgebung eines Hohlzylinders mit Innenverzahnung, umfassend eine Preßmatrize sowie einen Preßstempel,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Preßmatrize ein Gegenlager (4) sowie einen ringförmigen Mantel (3) umfaßt zur Aufnahme eines zylinderförmigen Rohlings (8) mit Zentralbohrung,

daß der Preßstempel (1) einen vorgelagerten zylinderförmigen Zapfen (1b) und ein Verzahnungswerkzeug (1a) umfaßt, wobei der Durchmesser des Zapfens dem Innendurchmesser des Rohlings mit geringfügigem Untermaß entspricht und das Verzahnungswerkzeug (1a) an seinem Außenumfang mit dem Profil (6) der gewünschten Innenverzahnung des Hohlzylinders versehen ist,

und daß das Gegenlager (4) eine Vertiefung (7) aufweist zur Aufnahme des Zapfens (1b) bei vollständig eingefahrenem Verzahnungswerkzeug,

wobei die Zapfenlänge so definiert ist, daß das Zapfenende zu keinem Zeitpunkt des Preßvorgangs mit einem Bereich des Rohlinginnendurchmessers in Berührung ist, an dem die Fließspannung des Rohlingmaterials bereits erreicht ist. 5

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

10

daß das Verzahnungswerkzeug (1b) mit einem parallel zu seiner Längsachse verlaufenden Zahnprofil (6) versehen ist und in Form einer Linearbewegung in Relation zur Preßmatrize führbar ist. 15

4. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Außendurchmesser des Preßrohlings (8) kleiner ist als der Innendurchmesser des ringförmigen Mantels (3) der Preßmatrize oder annähernd gleich. 20

5. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

25

daß das Gegenlager (4) als Auswerfereinheit ausgebildet ist und diese in Richtung Beschickungsseite axial verfahrbar ist. 30

6. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß an der oberen Stirnfläche der Preßmatrize Abstreifer (9a, 9b) vorgesehen sind. 35

7. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

40

daß im Gegenlager (4) mit Öffnung in die Vertiefung (7) eine Bohrung (10) vorgesehen ist. 45

45

50

55

