

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 772 502 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.05.1998 Patentblatt 1998/22**

(21) Anmeldenummer: **95927712.0**

(22) Anmeldetag: **24.07.1995**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B21K 1/30**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP95/02914**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 96/03235 (08.02.1996 Gazette 1996/07)**

### (54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON KEGELZAHNRÄDERN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

PROCESS FOR PRODUCING CONICAL GEARS AND A DEVICE FOR CARRYING OUT SAID PROCESS

PROCEDE DE FABRICATION DE PIGNONS CONIQUES ET DISPOSITIF PERMETTANT DE METTRE EN OEUVRE LEDIT PROCEDE

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

(30) Priorität: **23.07.1994 DE 4426180**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.05.1997 Patentblatt 1997/20**

(73) Patentinhaber:  
**BLW PRÄZISIONSSCHMIEDE GmbH  
80807 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **WEISSMANN, Gerd  
D-85464 Finsing (DE)**  
• **WITT, Stefan  
D-44225 Dortmund (DE)**

(74) Vertreter:  
**Grättinger & Partner (GbR)  
Wittelsbacherstrasse 5  
82319 Starnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**US-A- 2 393 628                      US-A- 3 675 459  
US-A- 3 832 763**

- **WERKSTATT UND BETRIEB, Bd. 126, Nr. 9, September 1993 MÜNCHEN DE, Seiten 557-560, XP 000411627 KÖRNER 'Halbwarmfliesspressen kombiniert mit Kaltfliesspressen'**
- **'PROCEEDINGS OF 9TH INTERNATIONAL COLD FORGING CONGRESS 1995' Mai 1995, FMJ INTERNATIONAL PUBLICATIONS LTD, REDHILL, GB "MODERN TOOL DESIGN" - HORST SCHMIDT siehe Seite 41 - Seite 48; Abbildung 10**

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 0 772 502 B1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kegelzahnradern mit einbaufertiger Verzahnung, bei dem die Zahnräder durch eine mehrstufige Umformung in einer vertikal schließenden Mehrstufenpresse geformt werden und bei dem die Ausformung der Verzahnung durch Querfließpressen erfolgt. Sie betrifft desweiteren eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete vertikal schließende Mehrstufenpresse, wobei die Ausformung der Verzahnung durch Querfließpressen erfolgt.

Es ist bekannt, Kegelzahnradern durch Schmieden im halbwarmen oder warmen Zustand herzustellen. Ein derartiges Schmiedeverfahren, bei dem die Kegelradform in einem Arbeitsgang in einem Schmiedegesenk erzeugt wird, ist beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung 275561 beschrieben. In dem Aufsatz "Halbwarmfließpressen kombiniert mit Kaltfließpressen" (Werkstatt und Betrieb 126(1993) September, Hr. 9, S. 557-560) ist ein mehrstufiges Verfahren der eingangs genannten Art beschrieben. Das Formpressen der Verzahnung erfolgt halbwarm, wobei in der entsprechenden Fertigungsstufe der Werkstoff, nachdem das Werkzeug geschlossen worden ist, durch einen in das geschlossene Werkzeug eindringenden Stempel in die noch freie Zahngravur hinein verdrängt wird (a.a.O., S. 559, re. Sp.). Auch das Herstellen von Kegelzahnradern durch Kaltumformen ist bekannt. Bekannt sind schließlich auch Verfahren, bei denen Schmieden und Kaltumformen miteinander kombiniert sind.

Die bekannten Herstellungsverfahren sind hinsichtlich ihrer Produktivität begrenzt. Übliche Herstellungsraten beim Schmieden sind etwa 20 Werkstücke pro Minute; beim Kaltumformen sind es etwa doppelt so viele.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Kegelzahnradern mit einbaufertiger Verzahnung zu schaffen, das eine deutlich höhere Herstellungsrate und hierdurch eine Senkung der Herstellungskosten für entsprechende Kegelzahnradern zuläßt. Dabei soll die Zahnflankenausformung verglichen mit bekannten Herstellungsverfahren mindestens die selbe Qualität aufweisen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe durch das in Anspruch 1 angegebene Herstellungsverfahren und die in Anspruch 7 angegebene Vorrichtung zur Herstellung von Kegelzahnradern gelöst. Ein wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung ist somit, daß die Ausformung der Verzahnung durch Querfließpressen innerhalb eines mehrstufigen, in einer vertikal schließenden Mehrstufenpresse durchgeführten Umformverfahrens erfolgt, wobei das die Verzahnung ausformende Querfließpressen beginnt, bevor die Werkzeughälften geschlossen sind. Auf diese Weise läßt sich die Herstellungsrate gegenüber bekannten Verfahren bedeutend steigern. Ermöglicht wird diese Verfahrensführung dadurch, daß die Oberflächenhärte

der Gesenke mindestens 50 Rockwell beträgt; je nach Geometrie der Gravur können dabei insbesondere auch Hartmetallgesenke oder mit Hartmetall beschichtete Gesenke oder Gesenke aus keramischen Werkstoffen zum Einsatz kommen. Eine weitere Grundvoraussetzung ist die an die Gesenkgeometrie angepaßte Kühlung der Gesenkgravur zur Sicherstellung eines ausgeglichenen Temperaturhaushaltes, sowie die Anbringung und Gestaltung von Gesenkentlüftungen zur Verbesserung der Verzahnungsfüllung mit Erniedrigung des Gesenkinnendruckes. Die Gesenklebensdauer läßt sich dabei zur Senkung der Herstellkosten der Kegelzahnradern weiter steigern, indem das der Ausformung der Verzahnung dienende Querfließpreßwerkzeug zur Ausformung eines variablen Radius von Zahn zur Ferse der Verzahnung ausgebildet ist. Zu dem gleichen Ergebnis trägt auch bei, wenn das Querfließ-Preßwerkzeug zur Ausformung eines oder mehrerer Übergangsradien zur aktiven Zahnflanke der Verzahnung ausgebildet ist. Ein weiterer Vorteil, der sich durch die beiden vorstehend angegebenen Merkmale ergibt, ist eine Zunahme der Tragfähigkeit des fertigen Zahnrades.

Als besonders günstig hat sich herausgestellt, wenn das Querfließpressen zur Ausformung der Verzahnung nach etwa 75 % der Schließbewegung der Werkzeughälften beginnt. Bei einer derartigen Verfahrensführung ergibt sich im allgemeinen ein Optimalwert aus Zeitersparnis einerseits und Fertigungsgenauigkeit andererseits.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann im Bereich der üblichen Schmiedetemperatur von 1000° - 1250°C, in gleicher Weise bei Raumtemperatur oder aber im halbwarmen Temperaturbereich (ca. 600°-950°C) durchgeführt werden.

Die Verwendung einer vertikal schließenden Mehrstufenpresse führt zu einer besonders großen Bandbreite von möglichen Abfolgen von Umformstufen. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich somit durch eine besonders hohe Flexibilität aus und eignet sich auf diese Weise zur Herstellung von Kegelzahnradern unterschiedlichster Gestaltungen. Insbesondere können nach dem Abscheren des Rohlings und vor dem Querfließpressen zur Ausformung der Verzahnung ein oder mehrere Vorformschritte durchgeführt werden. Vor oder nach dem Querfließpressen kann das Werkstück darüberhinaus gelocht werden. Auch ist, bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens, die folgende Schrittfolge möglich: Scheren-Vorformen-Napfen-Lochen-Querfließpressen. Die Zahl der Verformungsstufen kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in Abhängigkeit von der geforderten Verzahnungsqualität gewählt werden. Durch eine entsprechende Anzahl von Verformungsstufen läßt sich beispielsweise eine Verzahnungsqualität von mindestens 9 nach DIN 3965 erreichen.

Bei der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendeten vertikal schließenden Mehr-

stufenpresse ist der Schließspalt am rückseitigen Werkzeug zweckmäßigerweise derart gestaltet, daß der durch die sphärische Kalottenform verursachte horizontale Kraftanteil im Stempel kompensiert wird. Die Stempelform ist dabei so ausgebildet, daß die Kante nicht wegbricht. Mit anderen Worten, die Dimensionierung des Stempels ist auf die durch die sphärische Kalottenform verursachten horizontalen Kräfte abgestimmt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Querfließ-Preßwerkzeug der vertikal schließenden Mehrstufenpresse zur Ausformung einer Verzahnung ausgebildet, deren Fußausrundungsradius vom Modul abhängt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kegelzahnradern mit einbaufertiger Verzahnung, bei dem die Zahnräder durch eine mehrstufige Umformung in einer vertikal schließenden Mehrstufenpresse geformt werden und bei dem die Ausformung der Verzahnung durch Querfließpressen erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Oberflächenhärte der Gesenke von mindestens 50 Rockwell das der Ausformung der Verzahnung dienende Querfließpressen beginnt, bevor die Werkzeughälften geschlossen sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Querfließpressen zur Ausformung der Verzahnung bei etwa 3/4-geschlossenen Werkzeughälften beginnt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch entsprechende Gestaltung des Schließspalts am rückseitigen Werkzeug der durch die sphärische Kalottenform verursachte horizontale Kraftanteil im Stempel kompensiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umformung bei kaltem oder halbwarmem Material erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Querfließpressen mindestens ein Vorphormschritt vorausgeht.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kegelräder in einer Zwischenstufe gelocht werden.
7. Vertikal schließende Mehrstufenpresse zur Herstellung von Kegelzahnradern mit einbaufertiger Ver-

zahnung durch mehrstufige Umformung, wobei die Ausformung der Verzahnung durch Querfließpressen erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesenke eine Oberflächenhärte von mindestens 50 Rockwell aufweisen und derart gestaltet sind, daß das der Ausformung der Verzahnung dienende Querfließpressen beginnt, bevor die Werkzeughälften geschlossen sind.

8. Vertikal schließende Mehrstufenpresse gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Querfließ-Preßwerkzeug zur Ausformung einer Verzahnung, deren Fußausrundungsradius von dem Modul abhängt, ausgebildet ist.
9. Vertikal schließende Mehrstufenpresse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Querfließ-Preßwerkzeug zur Ausformung eines variablen Radius von Zahn zur Ferse der Verzahnung ausgebildet ist.
10. Vertikal schließende Mehrstufenpresse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Querfließ-Preßwerkzeug zur Ausformung eines oder mehrerer Übergangsradien zur aktiven Zahnflanke der Verzahnung ausgebildet ist.
11. Vertikal schließende Mehrstufenpresse nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Querfließ-Preßwerkzeug in der Verzahnungsgravur an jeder Zahnform eine oder mehrere Entlüftungsbohrungen aufweist, dergestalt, daß Gase und Kühlmittelreste entweichen können, aber kein Austritt des Werkstoffes oder eine Abbildung der Entlüftung am Werkstück erfolgt.

#### Claims

1. Process for producing bevel gears with toothing ready for installation, in which the gears are formed by a multi-stage deformation in a vertically closing multi-stage press and in which the forming of the toothing takes place by transverse extrusion, characterized in that with a surface hardness of the dies of at least 50 Rockwell, the transverse extrusion serving for the forming of the toothing begins, before the tool halves are closed.
2. Process according to Claim 1, characterized in that the transverse extrusion for forming the toothing begins with the tool halves approximately 3/4 closed.

3. Process according to Claim 1, characterized in that due to a corresponding construction of the closing gap on the rear tool, the horizontal force component caused by the spherical indentation shape is compensated for in the punch. 5
4. Process according to Claim 1, characterized in that the deformation takes place with cold or semi-warm material. 10
5. Process according to Claim 1, characterized in that at least one pre-forming step precedes the transverse extrusion.
6. Process according to Claim 1, characterized in that the bevel gears are perforated in an intermediate stage. 15
7. Vertically closing multi-stage press for producing bevel gears with toothing ready for installation, by multi-stage deformation, the forming of the toothing taking place by transverse extrusion, characterized in that the dies have a surface hardness of at least 50 Rockwell and are constructed so that the transverse extrusion serving for the forming of the toothing begins, before the tool halves are closed. 20 25
8. Vertically closing multi-stage press according to Claim 7, characterised in that the transverse extrusion tool is constructed for the formation of toothing, whereof the rounding radius of the foot depends on the modulus. 30
9. Vertically closing multi-stage press according to Claim 7, characterised in that the transverse extrusion tool is constructed for forming a variable radius from tooth to heel of the toothing. 35
10. Vertically closing multi-stage press according to Claim 7, characterised in that the transverse extrusion tool is constructed for forming one or more transition radii to the active tooth flank of the toothing. 40
11. Vertically closing multi-stage press according to Claim 7, characterised in that the transverse extrusion tool comprises one or more ventilation bores in the toothing engraving on each tooth shape so that gases and coolant residues can escape, but no escape of the material or a representation of the ventilation occurs on the workpiece. 45 50

#### Revendications

1. Procédé de fabrication de pignons coniques à denture prête au montage, dans lequel les pignons sont réalisés par mise en forme en plusieurs passes dans une presse multipostes à fermeture verti- 55

cale et dans lequel la mise en forme de la denture a lieu par extrusion latérale, caractérisé par le fait que la dureté superficielle des matrices étant d'au moins 50 Rockwell, l'extrusion latérale pour la mise en forme de la denture commence avant que les moitiés d'outil soient fermées.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'extrusion latérale pour la mise en forme de la denture commence lorsque les moitiés d'outil sont au 3/4 fermées.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la composante de force horizontale dans le poinçon engendrée par la forme de calotte sphérique est compensée par une conformation adaptée de l'espace de fermeture au niveau de l'outil arrière.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la mise en forme a lieu à froid ou à mi-chaud.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au moins une passe de pré-ébauchage précède l'extrusion latérale.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les pignons coniques sont percés au cours d'une passe intermédiaire.
7. Presse multipostes à fermeture verticale pour la fabrication en plusieurs phases de pignons coniques pourvus d'une denture prête au montage, le mise en forme de la denture ayant lieu par extrusion latérale, caractérisée par le fait que les matrices présentent une dureté superficielle d'au moins 50 Rockwell et sont agencées de telle sorte que l'extrusion latérale pour la mise en forme de la denture commence avant que les moitiés d'outil soient fermées.
8. Presse multipostes à fermeture verticale selon la revendication 7, caractérisée par le fait que l'outil d'extrusion latérale est agencé pour former une denture dont l'arrondi à fond de dent est lié au module.
9. Presse multipostes à fermeture verticale selon la revendication 7, caractérisée par le fait que l'outil d'extrusion latérale est agencé pour réaliser un rayon variable entre la dent et le talon de la denture.
10. Presse multipostes à fermeture verticale selon la revendication 7, caractérisée par le fait que l'outil d'extrusion latérale est agencé pour former un ou plusieurs rayons de raccordement avec le flanc actif de la denture.

11. Presse multipostes à fermeture verticale selon la revendication 7, caractérisée par le fait que l'outil d'extrusion latérale comporte dans l'empreinte de denture pour chaque dent, un ou plusieurs trous de mise à l'atmosphère, tels que les gaz et les résidus d'agent de refroidissement puissent s'échapper mais que le matériau ne puisse pas s'échapper et que les trous de mise à l'atmosphère ne s'impriment pas dans la pièce.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55