

MM

Das Industrie Magazin

MASCHINENMARKT

28. November 2005 Ausgabe 48 € 4,50

maschinenmarkt.de

B 04654 VOGEL

PREIS DER
FACHZEITSCHRIFT
DES JAHRES 2005

Kategorie: Agrarwirtschaft/Industrie/Technik



DEUTSCHEN FACHPRESSE

VEA
Mitteilungen
Organ des Bundesverbandes
der Energie-Abnehmer e.V.
Seite 39

Taumelnd zur Hochform

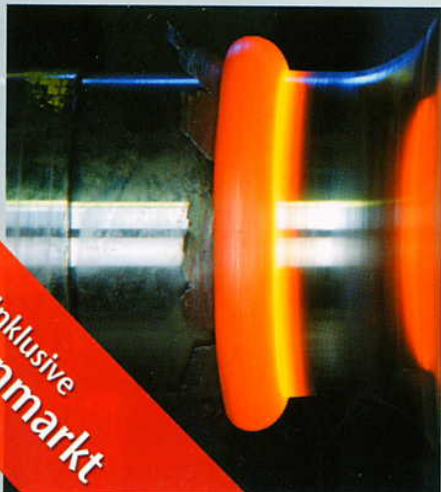
**Kombiniertes Umformen
bringt komplexe Geometrien**

Seite 22

Verbindungstechnik

**Reibschweißen fügt Stahl
mit anderen Werkstoffen**

Seite 32



Inklusive
Stellenmarkt



Pumpen und Systeme

**„Deutsche Hersteller auf Platz 1
der größten Exportländer“**

Dr. Horst Dieter Elsner, VDMA, Seite 20



Im Taumelverfahren können unterschiedliche Geometrien wirtschaftlich hergestellt werden; die Anwendungen sind vielfältig.



Taumelnd zur

komplexen Form

Technik und Verfahren des Taumelpressens in Kombination von Warm- und Kaltumformung

REINHARD BÜHRER

Die Schweizer Heinrich Schmid AG entwickelt und produziert seit 1980 Taumelpressen. Die neu angewandte Verfahrenskombination mit dem Warm-schmieden bringt deutlichere Vor-

Reinhard Bühler ist Leiter Verkauf Taumeln bei der Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG in 8645 Jona, Schweiz. Tel. (00 41-55) 2 25 24 28, reinhard.buehrer@schmidpress.ch

teile im Vergleich zu anderen, aufwändigen und wesentlich teureren Verfahren der Massivumformung und Metallbearbeitung (Bild 1 und Bild 2). Außerdem wird die Bearbeitung wesentlich größerer Teile als bisher möglich. Für den Traktoren- und LKW-Markt werden beispielsweise Differential-Kegelräder in diesem neuen Kombinationsverfahren gefertigt. Die bis dahin zerspanend

hergestellten Teile sind um ein Wesentliches teurer.

Um Kegelräder für Differentialgetriebe von LKW und Traktoren herzustellen, sind verschiedene Verfahren möglich. Die bisher angewandten Verfahren Zerspanen vorgedrehter oder warmgeschmiedeter Teile sowie das Präzisionsschmieden mit anschließendem Kalibrieren können nun durch die neue Verfahrenskombination ersetzt werden.

bination Warm Schmieden und Taumeln ersetzt werden. Die Verfahren unterscheiden sich nicht nur durch unterschiedlichen Aufwand und differierende Kosten, sondern auch durch unterschiedliche Qualität des Endprodukts was statische Bruchfestigkeit Biegegewebsfestigkeit und Verzahnungsqualität angeht.

Bei den Differentialkegelrädern wurden seither durch ein sehr aufwändiges Präzisionsschmiedeverfahren 98% der Endkontur erreicht. Nach diesem Warm Schmiedeverfahren konnte durch ein Kalibrierprozess auf einer entsprechenden Presse die Endkontur hergestellt werden, oder aber ein im Warm Schmiedeverfahren hergestellter sehr einfacher Rohling wurde durch Span abhebende Arbeitsschritte fertig gestellt. Das Präzisionsschmieden mit dem anschließenden Kalibrieren ist jedoch aufwändig und teuer, müssen doch die Vorformen vor dem Kalibrieren eine sehr hohe Genauigkeit erreichen, was hohe Kosten im Werkzeugunterhalt zur Folge hat. Auch die Investitionskosten in Kalibrierpressen sind entsprechend hoch,

da für einen geringen Umformgrad sehr hohe Presskräfte notwendig sind. Die Zerspanung von Rohlingen ist sehr zeitintensiv, und die Oberflächenqualität genügt den heutigen Qualitätsansprüchen nicht mehr. Zudem sind die Materialkosten bis über 70% höher als bei den Umformverfahren. Diese Mehrkosten können bei den heute steigenden Materialpreisen nicht mehr gerechtfertigt werden.

Mit geringem Aufwand zur Endform

Durch die Kombination von einfacherem Warm Schmieden und anschließendem Taumeln können nun zwei eigentlich konkurrierende Verfahren ihre Vorteile jeweils bestens

zur Geltung bringen und so einen insgesamt günstigeren Prozessverlauf mit gleichzeitig besseren Endergebnissen erzielen. Die Rohlinge der Kegelräder werden nun zwar auch noch warm geschmiedet, allerdings haben sie nach dem wesentlich einfacheren Schmiedeprozess jedoch erst zirka 65% ihrer endgültigen Kontur. In einer Taumel-Operation wird die Endkontur fertig kalt geformt, die Verzahnung ist in ihrer Endform (Bild 3).

Die relativ unbekanntete Taumel-Technologie ist ein Kalt-Umformverfahren, bei der die Umformkraft stets nur auf eine Teilfläche des Werkstückes wirkt. Beim vergleichbaren Fließpressen erschwert die Reibung an den Gesenklflächen den radialen Werkstofffluss. Die Spannung (Flächenpressung) ist im Zentrum des Werkstückes am größten und nimmt gegen den freien Rand ab. Die maximale Spannung liegt umso höher, je größer die Reibung ist. Sie kann beim konventionellen Fließpressen ein Mehrfaches der Fließspannung erreichen.

Anders beim Taumelpressen. Während das untere Gesenk das Rohteil gegen das obere Gesenk presst, führt das obere Gesenk eine kreisförmig, taumelnde Bewegung in einem bestimmten Taumelwinkel um die Taumelachse aus. Die Größe des Taumelwinkels liegt zwischen null und zwei Grad. Der Werkstoff wird quasi in das Gesenk eingewalzt. So wird immer nur auf eine Teilfläche des Werkstückes Kraft ausgeübt. Die Reibung ist dadurch wesentlich geringer als beim Fließpressen, und der Werkstoff fließt ohne großen Widerstand in radialer Richtung (Roll-Gleitreibung statt nur Gleitrei-



Bild 1: Mit der Taumelpresse T300 werden die Produktionsprozesse der Industrie optimal unterstützt; extreme Massivumformung in kürzester Zeit wird mit dieser Anlage ermöglicht.

bung). Dadurch überschreitet die maximal auftretende Spannung nur unwesentlich die Fließspannung des Werkstücks. Durch die kleinere Kontaktfläche und die günstigeren Reibungsverhältnisse ist die benötigte Umformkraft bis über zehnmal kleiner als beim Fließpressen.

Auch große Umformgrade werden rissfrei realisiert

Trotzdem können durch die taumelnde Bewegung des Obergesenkes große Umformgrade absolut rissfrei realisiert werden. Bedingt durch das spezielle Verfahren und den Aufbau der Maschine ist das Taumelpressen ein einstufiges Umformverfahren. Mit einem einzigen Hub des Pressenstößels wird nur eine einzige Umformstufe ausgeführt. Diese Umformung wird jedoch durch mehrere Taumelbewegungszyklen erreicht. Da die Herstellung der Gesenke keine großen und besonderen Kosten verursachen, rentiert sich das Taumeln auch schon bei kleinen Serien. Im Vergleich zum Fließpressen ergeben sich insgesamt folgende Vorteile:

Bild 2: Produktionsanlage für große Taumelumformteile werden applikationsbezogen entwickelt und montiert.



FAZIT

- ▶ Das Taumelpressen gilt als ein relativ selten angewandtes Umformverfahren der Massivumformung
- ▶ Durch Taumelpressen werden vor allem Teile hergestellt, die bisher geschmiedet wurden
- ▶ Die Kombination von Warm- und Kaltumformung lässt jetzt größere Teile mit Endkontur zu

- ▶ Großer Umformgrad in einer Operation,
- ▶ kleinere Pressen möglich, geringere Gesenkbelastung,
- ▶ höhere Standmengen,
- ▶ geringere Lärmentwicklung und Vibrationen sowie
- ▶ Integration in Fertigungsinseln möglich

Feine Verzahnungen mit kleinen Kopfradien

Mit dem Pressvorgang durch ein taumelndes Obergesenk können auch relativ feine Verzahnungen mit kleinen Kopfradien sehr gut ausgeformt werden. Bei der Produktion von Kupplungsscheiben werden maximal $R_{0,4} = 0,4 \mu\text{m}$ erreicht. Dieses

gute Resultat ist eben auf die partielle Umformung, die sich zyklisch über die gesamte Werkstück-Oberfläche abwälzt und der daraus resultierenden kleineren Reibung zwischen Gesenk und Werkstück zurück zu führen. Die Standmengen erreichen trotz der kleinen Kopfradien einige zehntausend Teile.

Die erschütterungsfreie Umformung durch Taumeln bei Raumtemperatur ermöglicht die spanende Weiterverarbeitung in unmittelbarer Nähe. Bei den Differentialkegelrädern, beispielsweise, können anschließende Weiterbearbeitungen mit Dreh- und Räumoperationen in einer Produktionslinie verknüpft werden.

Bei der Herstellung von PKW Ausgleichskegelrädern für ein Differentialgetriebe wurden die Ergebnisse der Verfahren Zerspanen, Präzisionsschmieden und Taumeln ausführlich untersucht. Im Vergleich zwischen dem Zerspanen und dem Umformen erreichte das Präzisionsschmieden eine um 20% höhere statische Bruchfestigkeit und eine um 10% höhere Biegewechselfestigkeit. Mit dem Taumelpressen wurde sogar eine um 30% höhere Bruchfestigkeit und um 40% höhere Biegewechselfestigkeit erzielt. Die Verzahnungsgenauigkeit nach DIN 3965 erreichte eine ISO Toleranzqualität der Stu-



Bild 3: Im Taumelverfahren umgeformte Kegelräder mit fertig geformten Zahnflanken weisen deutlich bessere Belastungswerte auf als herkömmlich geschmiedete.



Bild 4: Variable Lenkungs-zahnstangen für Automobile werden taumelnd umgeformt.



Bild 5: a die Halbwarmumformung von Radnaben ohne Grat hat sich als wirtschaftliches Produktionsverfahren durchgesetzt, b komplexe Kurvenformen in kaltem Zustand hergestellt, weisen hohe Oberflächengüten und höhere Festigkeiten auf.

lich besseren Oberflächenqualität von $R_a = 0,3 \mu\text{m}$ gegenüber $R_a = 2,0 \mu\text{m}$.

Die Taumel-Technologie eignet sich für alle mehr oder weniger rotationssymmetrischen Teile, wie beispielsweise Flansche, Kupplungsteile oder eben Kegelräder. Sie wird vor allem von Automobilzulieferern angewandt, hat aber ein wesentlich größeres Anwendungsfeld. So werden beispielsweise die Achse des Rückwärtsgang-Getrieberades und Differentialkegelräder für Ford bei Visteon getaumelt, Zahnstangen für Fahrzeug-Lenkgetriebe mit variabler Übersetzung bei ZF Lenksysteme (Bild 4), ThyssenKrupp Presta Steer-Tec und Delphi. Eine gerade nach Indien ausgelieferte Maschine produziert täglich Differentialkegelräder für Traktoren und LKW (Bild 5).

Die Konturhöhe bildet die Grenzen der Taumeltechnik

Grenzen der Taumeltechnik ergeben sich durch die Konturhöhe im Ober- teil. Die Konturhöhe wird durch zwei Faktoren, einen so genannten Dreheffekt auf das Umformteil und durch den Werkzeug-Einbauraum im Taumelkopf beschränkt. Die Kontur des Obergesekes muss entsprechend der Größe des Taumelwinkels korrigiert werden, um eine hohe Genauigkeit des Bauteils zu erreichen. Die geometrischen Unterschiede zwischen Werkzeug- und Werkstückoberfläche lassen ein reines Abrollen des Werkzeuges auf dem Werkstück nicht zu und führen zu einem Rollen und Gleiten. Daraus resultiert eine Art Dreheffekt auf das Werkstück, und die Werkzeugeile werden zusätzlich auf Schub belastet. Je größer die Konturhöhe ist, umso größer wird dieser Dreheffekt.

Des Weiteren ist die Höhe des Werkzeugoberteils ein limitierender Faktor, denn der Taumelpunkt ist das Zentrum des kugelförmigen Taumelkopfes. In diesem wird das Werkzeugteil eingebaut. **MM**

www.maschinenmarkt.de

▶ Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG

fe 7 und war besser als die geforderten IT 8. Mit dem Präzisionsschmieden sind maximal IT 8 erreichbar. Beim Zerspanen waren es nur IT 9. Die Kosten lagen beim Taumeln gegenüber dem Zerspanen bei lediglich 80% und das bei einer wesent-

Bilder: Heinrich Schmid AG