

SWISS ENGINEERING

STZ Schweizerische Technische Zeitschrift

Ökostädte – Kohlendioxid und Abfall unerwünscht

Die Städte vom Reissbrett bieten Experimentierfelder für erneuerbare Energien.



MASCHINENBAU
OEE als Turboschub
in der Produktion

ELEKTROTECHNIK
Mikrosystemtechnik:
Kreativität ist gefragt

DOSSIER
NANOTECHNOLOGIE
Nanopartikel für jedermann

SWISS ENGINEERING STZ
Öffnung für
Firmenmitglieder

www.swissengineering-stz.com

Schweizer Taumeltechnik für weissrussische Traktoren

Die Taumeltechnik ist noch kaum bekannt – in Verfahrenskombination mit dem Warm Schmieden bringt sie aber deutliche Vorteile gegenüber bisherigen Verfahren. Taumelpressen in verschiedenen Grössen entwickelt und produziert die Heinrich Schmid AG. An den weissrussischen Traktorenhersteller Belarus lieferte das Unternehmen eine 400-t-Taumelpresse. Auf ihr werden nun Differentialkegelräder für zwei Getriebebaureihen gefertigt, die früher zerspanend hergestellt wurden.

Die relativ unbekannt Taumel-Technologie ist ein Kalt-Umformverfahren, bei der die Umformkraft stets nur auf eine Teilfläche des Werkstückes wirkt. Während das untere Gesenk das Rohteil gegen das obere Gesenk presst, führt das obere Gesenk eine kreisförmige, taumelnde Bewegung in einem bestimmten Taumelwinkel um die Taumelachse aus. Die Grösse des Winkels 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 radiale Richtung (Roll-Gleitreibung statt nur Gleitreibung). 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. Trotzdem können durch die taumelnde Bewegung des Obergesenkes grosse Umformgrade absolut rissfrei realisiert werden. Beim

vergleichbaren Fliesspressen erschwert die Reibung an den Gesenkflächen 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. Da die Herstellung der Gesenke keine grossen Kosten verursacht, rentiert sich das Taumeln auch bei kleinen Serien. Die Taumel-Technologie eignet

sich für alle mehr oder weniger rotationssymmetrischen Teile, wie beispielsweise Flansche, Kuppelungsteile oder eben Kegelräder. Sie wird vor allem von Automobilzulieferern angewandt, hat aber ein wesentlich grösseres Anwendungsfeld. Bedingt durch das Verfahren und den Aufbau der Maschine ist das Taumelpressen ein einstufiges Umformverfahren. Mit einem Hub des Pressenstössels wird nur eine Umformstufe ausgeführt, die jedoch durch mehrere Taumelbewegungszyklen erreicht wird. Die erschütterungsfreie Umformung durch Taumeln bei Raumtemperatur ermöglicht die spanende Weiterverarbeitung in unmittelbarer Nähe.

Modernisierte Produktion

Die jüngst nach Minsk gelieferte Taumelpress-Anlage mit maximal 400 t Presskraft ging zusammen mit einer Handlingsanlage für das automatisierte Be- und Entladen an das Traktorenwerk Belarus. Teil des Auftragspakets waren ausserdem die Anwendungsentwicklung für zwei Kegelradpaare, die Entwicklung und Herstellung der dazu gehörenden Werkzeuge, die Inbetriebnahme in der Schweiz sowie die Installation und Inbetriebnahme in Minsk. Abgewickelt wurde das gesamte Projekt von der Swiss Trading Group mit Büros in Rapperswil und in Minsk.

«Die Bestellung gehört zu einem umfangreichen Modernisierungsprogramm des Traktorenwerks Belarus, das seine zum Teil 40 Jahre alten Produktionsanlagen auf den neuesten technischen Stand bringen will», erklärt Sergej Iokov, Präsident der Swiss Trading Group, welche die Partner 2005 zusammenbrachte. Belarus ist die Traktorenmarke der Minsker Traktoren Fabrik. Das 1946 gegründete Unternehmen gehört zu den grössten Traktorenherstellern der Welt und fertigt vier Baureihen. Zum Modellspektrum gehören Minitraktoren mit 6 bis 12 PS, kleine Modelle mit 20 bis 35 PS, vielseitige, 50 bis 150 PS starke Traktoren, die beispielsweise auch im Reisanbau



Mit Taumelpressen werden die Produktionsprozesse der Industrie optimal unterstützt. Extreme Massumformung in kürzester Zeit wird mit dieser Anlage möglich.



Belarus ist einer der grössten Traktorenhersteller der Welt und fertigt Modelle von 6 bis 300 PS in vier Baureihen. Rund 60 000 Traktoren verlassen jährlich die Minsker Fabrikhallen.

eingesetzt werden, sowie grosse, 155 bis 300 PS starke Vielwecktraktoren und Schlepper. Rund 40 000 Mitarbeitende des weissrussischen Staatsbetriebs stellen pro Jahr 40 000 bis 60 000 Traktoren her, die in mehr als 60 Länder der Welt geliefert werden. Traditionell bedingt gehen die meisten der landwirtschaftlichen Maschinen in die Länder des früheren Ostblocks und nach Asien. Das Ende des Kalten Krieges und die zunehmende Globalisierung sorgen in Minsk jedoch einerseits für einen erweiterten Absatzmarkt, andererseits aber auch für einen erhöhten Modernisierungsdruck. Für die beiden mittleren Traktorenbaureihen werden nun

die Differentialkegelräder auf der neuen Taumelanlage hergestellt. Je Traktor werden sechs Kegelräder verbaut, zwei Achswellenräder und vier kleinere Ausgleichskegelräder. Die Fertigungstiefe bei Belarus ist, wie bei vielen Staatsbetrieben üblich, traditionell sehr hoch und liegt bei nahezu 100 %. So wurden auch bisher die Differentialkegelräder selbst gefertigt. In einem Fräs- und Räumverfahren wurde auf 40 Jahre alten Maschinen eine so genannte Revacyle-Verzahnung hergestellt. Die Zerspanung von Rohlingen war stets sehr zeitintensiv und die Oberflächenqualität genügte den heutigen Qualitätsansprüchen nicht mehr.

Zudem sind die Materialkosten bis zu über 70 % höher als beim Taumel-Umformverfahren. Diese Mehrkosten können bei den hohen Rohstoffpreisen nicht mehr gerechtfertigt werden.

Mit Schmieden und Taumeln

Durch die Kombination von einfachem Warmschmieden und anschliessendem Taumeln können beide Verfahren ihre Vorteile bestens zur Geltung bringen und so einen insgesamt günstigeren Prozessverlauf mit gleichzeitig besseren Endergebnissen erzielen. Die Rohlinge der Kegelräder werden warm geschmiedet und haben anschliessend etwa 65 % ihrer endgültigen Kontur. In einer Taumel-Operation wird die Endkontur fertig kalt geformt, die Verzahnung ist in ihrer Endform. Die Heinrich Schmid AG hat die Auslegung für die Verzahnung entwickelt und die Vorgaben an die Schmiederohlinge festgelegt. Musterteile wurden zunächst gefräst, um die Funktionalität zu prüfen und sicherzustellen. Von Belarus kamen im Vorfeld mit der Gehäuseform und dem zu übertragenden Drehmoment die Vorgaben, die im Wesentlichen denen der Vorgängerteile entsprachen. Gegenüber dem Zerspanen erreicht das Taumelpressen eine bis zu 30 % höhere Bruchfes-

tigkeit und um 40 % höhere Biegewechselfestigkeit. Die Verzahnungsgenauigkeit nach DIN 3965 erreicht eine ISO-Toleranzqualität der Stufe IT8 – beim Zerspanen war es bloss die Stufe IT 9. Die Kosten liegen beim Taumeln gegenüber dem Zerspanen bei lediglich 80 %, und das bei einer wesentlich besseren Oberflächenqualität von $Ra = 0,3$ gegenüber $Ra = 2,0$. Voraussetzung dafür ist, dass der Schmiedeprozess Rohlinge in der vorgegebenen Qualität liefert.

Erfolgreiches Projekt

Die geschmiedeten Rohlinge werden vom Schmiedewerk angeliefert und geschmiedet. Zugeführt werden sie über eine vollautomatische Bandanlage hinter der Maschine. Erreichen die Teile die Maschine, werden sie über einen Elevator auf das Niveau des Werkzeugs gebracht. Etwa 60 cm Höhendifferenz werden so überwunden, bevor die Rohlinge in das Werkzeug eingelegt werden. Sechs bis zehn Teile pro Minute werden anschliessend getaumelt. Die Jahresproduktion soll zunächst rund 600 000 Differentialkegelräder betragen. Eine Ausweitung auch für die anderen Modelle ist bereits angedacht.

Bei Belarus werden die Differentialkegelräder über eine Rutsche ausgebracht, anschliessend an der Rückseite auf Mass gedreht, gebohrt, geräumt und schliesslich gehärtet. Die eigentliche Verzahnung ist nach dem Taumeln einsatzfertig. «Wir sind uns sicher, dass bei Belarus mit dem neuen Produktionsverfahren der Differentialkegelräder ein deutlicher Modernisierungsschub erkennbar ist», betont Sergej Iokov. Bei der Heinrich Schmid AG ist man mit dem Projekt sehr zufrieden. Insbesondere die Planung der Verzahnungen und die Konstruktion sowie Erstellung der Werkzeuge in einer Hand hat zu einer schnellen Realisierung des gesamten Projektes beigetragen. **G**

Heinrich Schmid AG
Jona
www.schmidpress.ch



Kegeträder können mit dem Taumelverfahren wirtschaftlich und in hoher Oberflächengüte hergestellt werden.