

Bibliografische Beschreibung

Ufer, René

Modellierung und Simulation von Drückwalzprozessen

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Professur Virtuelle Fertigungstechnik, Chemnitz, 2006

Seitenzahl: 141

Anzahl der Abbildungen: 76

Anzahl der Tabellen: 8

Anzahl der Literaturzitate: 105

Referat

Eine intensive Nutzung der Potenziale des Drückwalzens als flexibles und wirtschaftliches Umformverfahren ist eng verknüpft mit der Verfügbarkeit abgesicherter Modellierungsverfahren. Sie ermöglichen es, den Umformprozess effizient und zuverlässig auszulegen. In der vorliegenden Arbeit wird, basierend auf einer FEM-Analyse, ein Modell zur Berechnung und Simulation des Drückwalzens im Gegenlaufverfahren auf Basis der elementaren Plastizitätstheorie entwickelt und in einer Software implementiert. Bei der Modellierung wird sowohl die Charakteristik der Geschwindigkeitsfelder als auch die für die Kaltumformung wesentliche Verfestigung berücksichtigt. Ergebnis ist ein Modell, welches erstmals ohne empirisch ermittelte Korrekturfaktoren eine schnelle Berechnung globaler und wichtiger lokaler Prozessparameter ermöglicht. Anhand von Vergleichsrechnungen werden das entwickelte Modell verifiziert und die Ergebnisse kritisch diskutiert.

Schlagworte

Massivumformung, inkrementelle Umformverfahren, Drückwalzen, FEM, oberes Schrankenverfahren, Kaltverfestigung, Bauschinger-Effekt, Plastizitätstheorie

Inhalt

1	Einführung	23
1.1	Problemstellung.....	23
1.2	Ziel der Arbeit	24
2	Stand der Technik	26
2.1	Drückwalzverfahren.....	26
2.1.1	Historie	26
2.1.2	Einordnung in die Fertigungstechnik	27
2.1.3	Verfahrensvarianten des Drückwalzens.....	28
2.1.4	Anwendungsgebiete.....	31
2.1.5	Werkstoffe	32
2.2	Verfahrenscharakteristik und Kenngrößen beim Drückwalzen.....	34
2.2.1	Umformzone und Werkstofffluss	35
2.2.2	Stau- und Wulstbildung	37
2.2.3	Verfestigung	39
2.2.4	Temperatur.....	40
2.2.5	Quasistationärer Zustand	41
2.2.6	Reibverhältnisse beim Drückwalzen	41
2.2.7	Abstreckegrad	42
2.2.8	Vorschub und Arbeitsgeschwindigkeit.....	43
2.2.9	Werkzeugparameter.....	43
3	Stand der Forschung.....	45
3.1	Elementare Ansätze	45
3.1.1	Lösungsverfahren der elementaren Plastizitätstheorie	45
3.1.2	Kraftberechnung mittels Schrankenmethode	48
3.1.3	Formänderungs-Modell-Methode	50
3.2	FEM-Einsatz.....	51
3.2.1	Implizite Lösungsansätze.....	52
3.2.2	Explizite Lösungsansätze.....	53

3.2.3	FEM-Einzellösungen	54
3.2.4	FEM-Simulation des Drückwalzens.....	55
3.3	Zusammenfassung Stand der Forschung	59
4	Modellierung des Drückwalzprozesses	60
4.1	FEM-Berechnung	60
4.1.1	Simulationspaket Forge	60
4.1.2	Referenzversuch	62
4.1.3	FE-Modell.....	66
4.1.4	FE-Analyse.....	69
4.1.5	Vergleich mit dem Versuch	73
4.2	Theoretische Grundlagen zur Modellierung	77
4.2.1	Oberes Schrankenverfahren	77
4.2.2	Fließspannung	80
4.3	Modellierung.....	85
4.3.1	Geometrische und kinematische Betrachtungen.....	86
4.3.2	Leistungsberechnung in der Umformzone	90
4.3.3	Verfestigung des Werkstoffes	99
4.3.4	Gedrückte Fläche.....	101
4.3.5	Kraft- und Drehmomentberechnung.....	102
4.4	Zusammenfassung der Modellierung	104
5	Implementierung und Verifikation	106
5.1	Softwaretechnische Umsetzung	106
5.1.1	Entwicklungsplattform	106
5.1.2	Programmablauf und Struktur	107
5.1.3	User-Schnittstelle	108
5.1.4	Implementierung der Berechnung	110
5.2	Vergleich mit dem Referenzversuch.....	110
5.2.1	Leistung bei unterschiedlichem Mesh-Parameter	111
5.2.2	Verfahrenskräfte und Drehmoment	112

5.2.3	Lokale Kenngrößen	116
5.3	Verifikation des Modells mit verschiedenen Versuchsreihen.....	120
5.3.1	Variation des Abstreckgrades	121
5.3.2	Variation des Rollenwinkels	123
5.3.3	Variation des Vorschubes	124
5.3.4	Verifikationsuntersuchungen mit 42CrMo4	125
5.4	Zusammenfassung der Implementierung und Verifikation	128
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	130
7	Literatur	133