Referat

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 Abstreckgrad .......................................................................................................... 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