

Inhaltsverzeichnis

Seite

Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen und Formelzeichen	11
1 Einleitung und Aufgabenstellung	15
2 Stand der Erkenntnisse	18
2.1 Auslegung von armierten Fließpreßmatrizen	18
2.2 Größe der Umformtemperatur und ihr Einfluß auf die Werkzeugbeanspruchung	20
2.3 Anwendung keramischer Werkzeugwerkstoffe in der Umformtechnik	21
3 Keramische Werkzeugwerkstoffe und ihre Eigenschaften	23
4 Grundlagen für die Berechnungen	28
4.1 Ansätze für die Finite-Elemente-Rechnung	28
4.1.1 Wärmeübertragung	28
4.1.2 Elastostatik	33
4.2 Finite-Elemente-Programmsystem SMART	37
4.3 Rechenmodell	40
4.3.1 Strukturidealisation	40
4.3.2 Randbedingungen	43
4.3.2.1 Temperaturberechnung	43
4.3.2.2 Elastostatische Berechnung	48
5 Ermittlung der Beanspruchung von armierten Napf-Rückwärts-Fließpreßmatrizen aus Keramik durch Parametervariation	50
5.1 Temperaturverteilung	51
5.1.1 Instationäre Temperaturverteilung	51
5.1.1.1 Einfluß einer Werkzeugvorwärmung	53
5.1.1.2 Betriebswarmer Zustand des Werkzeugs	55
5.1.2 Stationäre Temperaturverteilung	60
5.2 Beanspruchung durch mechanische Belastung und Temperatureinwirkung	60
5.2.1 Instationäre Temperatureinwirkung	60
5.2.1.1 Einfluß einer Werkzeugvorwärmung	66
5.2.1.2 Betriebswarmer Zustand des Werkzeugs	73

	Seite
5.2.2 Stationäre Temperatureinwirkung	76
5.2.2.1 Einfluß einer stationären Temperatureinwirkung auf den Vorspannungszustand	79
5.2.2.2 Einfluß der Druckraumlage	85
5.2.2.3 Beanspruchung der Armierung	89
5.2.3 Vergleich: Betriebswarmes Werkzeug - vorgewärmtes Werkzeug	89
5.3 Mechanische Beanspruchung	93
5.3.1 Belastung durch Vorspannung	93
5.3.2 Belastung durch Vorspannung und Innendruck	98
5.4 Last-Aufweitungsverhalten	98
5.5 Vergleich der Matrizenwerkstoffe: Keramik, Hartmetall und Stahl	100
5.6 Zur Übertragbarkeit der Rechenergebnisse	105
6 Verminderung mechanischer Zugspannungen durch axiale Vorspannung	108
7 Experimentelle Überprüfung der Einsatzfähigkeit berechneter Keramikmatrizen	112
7.1 Axial vorgespannte Keramikmatrizen	112
7.1.1 Werkzeugkonstruktion	112
7.1.2 Versuchseinrichtungen und Versuchsdurchführung	114
7.1.3 Ergebnisse	117
8 Folgerungen für die Praxis	128
9 Zusammenfassung	133
Anhang	135
A 1 SMART-Steuerprogramm für eine Belastung infolge Vor- spannung, Innendruck, stationäre und überlagerte insta- tionäre Temperaturverteilung	136
Schrifttumsverzeichnis	141