
Inhaltsverzeichnis

0	Formel- und Kurzzeichen.....	III
1	Einführung.....	1
2	Stand der Technik.....	2
2.1	Nickelbasis-Legierungen.....	2
2.2	Bearbeitung von Nickelbasis-Legierungen.....	3
2.2.1	Schnellarbeitsstahl.....	4
2.2.2	Hartmetall.....	4
2.2.3	Bornitrid.....	5
2.2.4	Schneidkeramik.....	5
2.3	Grundlagen der Zerspanung.....	8
2.3.1	Zerlegung und Berechnung von Kräften.....	8
2.3.2	Energie und Leistung.....	9
2.3.3	Gleichförmigkeitsgrad.....	10
2.3.4	Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC).....	11
2.4	Schafffräswerkzeuge.....	13
2.4.1	Arten von Zerspanwerkzeugen.....	13
2.4.2	Herstellung einteiliger Werkzeuge.....	14
2.4.3	Keramische Schaftwerkzeuge.....	19
2.5	Festigkeit keramischer Bauteile.....	20
3	Zielsetzung und Vorgehen.....	23
4	Werkstoffe und Versuchseinrichtungen.....	26
4.1	Werkstückwerkstoffe.....	26
4.2	Schneidstoffe.....	27
4.3	Werkzeugmaschinen.....	28
4.4	Messtechnik.....	30
5	Untersuchung von Werkzeuggeometrie und Fräsprozess.....	33
5.1	Einflüsse auf die Zerspankräfte.....	34
5.1.1	Fräsverfahren.....	34
5.1.2	Werkzeuggeometrie.....	37
5.2	Einflüsse auf die Festigkeit des Fräswerkzeugs.....	40
5.2.1	Übergangsbereich.....	40
5.2.2	Spannuten.....	40
5.2.3	Schneidenteil.....	44
5.3	Einfluss der Werkstoffpaarung.....	46
5.4	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit.....	47
5.5	Einfluss des Spannmittels.....	49
5.6	Diskussion von Werkzeuggeometrie und Fräsprozess.....	54
6	Erprobung von Werkzeugen im Zerspanprozess.....	56
6.1	Geometrische Einflussgrößen.....	56
6.1.1	Konstanter Gleichförmigkeitsgrad und veränderliche Zähnezahl.....	56
6.1.2	Konstante Zähnezahl und veränderlicher Gleichförmigkeitsgrad.....	58
6.2	Einfluss der Schnittgeschwindigkeit.....	60
6.2.1	Bearbeitung von MAR M247.....	60
6.2.2	Bearbeitung von Nimonic 90.....	62

6.2.3	Bearbeitung von Inconel 718.....	63
6.3	Verschleißerscheinungen	65
6.3.1	Werkzeuge aus Sialon-Keramik	66
6.3.2	Werkzeuge aus Whisker-Keramik	72
6.4	Untersuchung von Aufbauschneiden und Spänen	75
6.5	Diskussion der Werkzeugerprobung	78
7	Belastungssimulation.....	81
7.1	Beanspruchung des Werkzeugchafts	81
7.1.1	Einpressen in das Spannmittel.....	81
7.1.2	Fliehkraft infolge der Rotation	82
7.1.3	Einfluss der Zerspänkräfte auf den Spanndruck.....	83
7.2	Beanspruchung der Schneidkante.....	84
7.2.1	Mechanisches Belastungskollektiv	84
7.2.2	Thermisches Belastungskollektiv	88
7.2.3	Kopplung in einem transienten FE-Modell.....	93
7.2.4	Einfluss der thermischen Beanspruchung auf die Zugspannungen	95
7.3	Diskussion der Belastungssimulation	98
8	Bearbeitungskonzept für eine Turbinenschaufel	100
8.1	Bestimmung der Einsatzpotenziale.....	103
8.2	Mögliche Hauptzeitreduzierungen bei verschiedenen Spindeldrehzahlen.....	105
8.3	Diskussion des Bearbeitungskonzepts	107
9	Zusammenfassung	108
10	Fazit und Ausblick	110
11	Literaturverzeichnis	111