

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung	1
2.	Fertigungsüberwachung bei CNC-gesteuerten Drehmaschinen.....	3
2.1	Konzept der Fertigungsüberwachung.....	3
2.2	Eingesetzte Meßverfahren.....	5
2.3	Verwendung der Zerspankraft zur Fertigungsüberwachung	6
2.3.1	Definition der Zerspankraft.....	6
2.3.2	Entstehung der Zerspankraft	7
2.3.3	Zusammenhang zwischen Zerspankraft und Verschleiß.....	8
2.3.4	Verfahren zur Messung der Zerspankraft.....	12
2.4	Fertigungsüberwachung auf Basis anderer Meßgrößen	15
2.4.1	Sensorlose Überwachungssysteme	15
2.4.2	Überwachung der Prozeßschwingungen	16
3.	Konzept eines Zerspankraftaufnehmers hoher Steifigkeit in DMS-Technik	19
3.1	Anforderungen an den Aufnehmer.....	19
3.2	Das Energieprinzip bei der Optimierung von DMS-Aufnehmern auf hohe Steifigkeit	20
3.3	Mechanisches Konzept des Aufnehmers	23
4.	Grundlagen der DMS-Technik	25
4.1	Physikalisches Wirkprinzip.....	25
4.2	Gitterwerkstoffe	25
4.2.1	Metallische Gitter	25
4.2.2	Gitter aus Halbleitermaterial.....	27
4.3	Wheatstonsche Brückenschaltung	28
4.4	Temperatureinflüsse	29
4.4.1	Temperaturgang des Nullpunktes.....	29
4.4.2	Temperaturgang der Empfindlichkeit.....	31
4.5	Korrektur der Temperatur und Symmetrieeinflüsse	32
4.6	Einfluß von Kriechvorgängen	33
4.7	Dynamisches Verhalten der DMS.....	34
5.	Grundlagen piezoelektrischer Aufnehmer.....	35
5.1	Physikalisches Wirkprinzip.....	35
5.2	Aufbau einer Ladungsverstärkerschaltung	36
5.3	Vergleich zwischen DMS- und Piezoaufnehmern.....	38
6.	Mechanische Analyse des Aufnehmers.....	39
6.1	Wirkung der Vorschubkraft	39
6.2	Wirkung der Passivkraft	42
6.3	Wirkung der Schnittkraft	47
7.	Theoretische Spannungsanalyse mittels FEM.....	48
7.1	Allgemeines	48
7.2	Prototyp 1	48
7.2.1	Vereinfachungen des Modells und Definition der Randbedingungen	48
7.2.2	Anwendung der <i>Submodel</i> -Technik	51
7.2.3	Steifigkeit von Prototyp 1.....	52

7.3	Prototyp 2	53
7.3.1	Modifikationen gegenüber Prototyp 1	53
7.3.2	Steifigkeit von Prototyp 2	53
7.3.3	Optimierung der äußeren Stegform	54
7.4	Prototyp 3	56
7.4.1	Möglichkeiten zur Steigerung der Rechengenauigkeit	56
7.4.2	Einfügen einer Deckelplatte	59
7.4.3	Integration der Schaltung in den Sensorkörper	61
7.4.4	Steifigkeit von Prototyp 3	62
7.4.5	Eigenfrequenzen des Prototypen 3	63
8.	Schaltungskonzept der Meßkette	79
8.1	Aufbau der Meßkette	79
8.2	Aufbau der Meßbrücken	80
8.3	Optimierung der elektrischen Speisung der DMS-Brücken	81
8.4	Auswahl des Meßverstärkerprinzips	82
8.4.1	Trägerfrequenzmeßverstärker	82
8.4.2	Gleichspannungsverstärker	84
8.4.3	Vergleich beider Verfahren	85
8.5	Rauscheinflüsse	87
8.6	Übersprechkompensation durch den DSP	93
9.	Praktische Erprobung des Sensors	98
9.1	Analyseverfahren	98
9.1.1	Klassierung von Signalen	98
9.1.2	Analyseverfahren im Zeitbereich	99
9.1.3	Analyseverfahren im Frequenzbereich	100
9.2	Schnittphasen während des Zerspanvorganges	101
9.3	Konzepte zur Prozeßüberwachung	102
9.4	Verschleißversuche an einer CNC-Drehmaschine	108
9.4.1	Versuchsdrehmaschine	108
9.4.2	Versuchsdurchführung	108
9.5	Versuchsergebnisse	110
9.5.1	Signalverhalten im Zeitbereich	110
9.5.1.1	Untersuchung der quasi-stationären Phase	111
9.5.1.2	Untersuchung der Zerspankräfte in der Anschnittphase	114
9.5.1.3	Verhalten des dynamischen Signalanteils	117
9.5.2	Signalverhalten im Frequenzbereich	122
9.6	Schlußfolgerung des Kapitels	130
10.	Fertigungskonzept des Aufnehmers	132
10.1	Problemstellung bei der herkömmlichen Fertigung	132
10.2	Vereinfachtes Fertigungskonzept	133
10.2.1	Aufbau des Sensors mit Meßdübeln	133
10.2.2	Fügetechnik	134
10.2.2.1	Klebeverbindung	134
10.2.2.2	Thermisches Einschrumpfen	135
10.2.2.3	Verwendung von Spreizkeilen	135
11.	Zusammenfassung und Ausblick	138
12.	Literaturverzeichnis	140