

(01

Wilfried König • Fritz Klocke

Fertigungsverfahren 1

Drehen, Fräsen, Bohren

5., überarbeitete Auflage

Mit 300 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Werkstückgenauigkeit und Meßtechnik	3
2.1	Genauigkeitsanforderungen	3
2.2	Geometrische Fertigungsfehler	3
2.2.1	Formfehler	4
2.2.2	Maßfehler	5
2.2.3	Lagefehler	5
2.2.4	Rauheit	7
2.3	Meßtechnik	12
2.3.1	Grundlagen	12
2.3.2	Meßprinzipien	14
2.3.2.1	Allgemeines	14
2.3.2.2	Mechanisches Meßprinzip	16
2.3.2.3	Optisches Meßprinzip	17
2.3.2.4	Elektrisches Meßprinzip	19
2.3.2.5	Pneumatisches Meßprinzip	21
2.3.3	Meßfehler	24
2.3.4	Meß- und Prüfgeräte zur Längen- und Formfehler- beurteilung	26
2.3.4.1	Nicht anzeigende Meßgeräte	26
2.3.4.2	Anzeigende Meßgeräte	27
2.3.5	Verfahren und Geräte zur Beurteilung von technischen Oberflächen	39
2.3.5.1	Oberflächenprüfgeräte	40
2.3.5.2	Oberflächenmeßgeräte	44
2.4	Eigenschaften der Oberflächen	54
2.4.1	Grundlagen	54
2.4.2	Eigenschaften der Oberflächen	56
2.4.3	Randschichtprüfung	60

3 Grundlagen der Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide	62
3.1 Der Schneidteil - Begriffe und Bezeichnungen	62
3.2 Der Schnittvorgang	68
3.3 Beanspruchungen des Schneidteils	70
3.3.1 Einfluß der Geometrie des Schneidteils auf seine Beanspruchbarkeit	81
3.4 Verschleiß	85
3.4.1 Verschleißformen und-meßgrößen	85
3.4.2 Verschleißursachen	86
4 Schneidstoffe und Werkzeuge	97
4.1 Schneidstoffübersicht	97
4.2 Werkzeugstähle	104
4.2.1 Kaltarbeitsstähle	104
4.2.2 Schnellarbeitsstähle	106
4.2.2.1 Einteilung der Schnellarbeitsstähle	107
4.2.2.2 Anwendungsgebiete	109
4.2.2.3 Herstellung der Schnellarbeitsstähle	110
4.2.2.4 Wärmebehandlung der Schnellarbeitsstähle	113
4.2.2.5 Oberflächenbehandlung	115
4.2.2.6 Wendeschneidplatten aus HSS	116
4.3 Hartmetalle	117
4.3.1 Herstellung der Hartmetalle	120
4.3.2 Komponenten der Hartmetalle und ihre Eigenschaften	123
4.3.3 Gefügeausbildung	124
4.3.4 Einteilung der Hartmetalle	127
4.3.5 Unbeschichtete Hartmetalle und Cermets	132
4.4 Beschichtungen	134
4.4.1 Beschichtungsverfahren	136
4.4.1.1 CVD-Verfahren	136
4.4.1.2 PVD-Beschichtung	147
4.4.2 Spezifische Eigenschaften von Hartstoffschichten	154
4.4.2.1 Titankarbid-Schichten (TiC)	154
4.4.2.2 Titanitrid (TiN)	155
4.4.2.3 Titankarbonitrid-Schichten(Ti(C,N))	155
4.4.2.4 Titanaluminiumnitrid-Schichten ((Ti,Al)N)	156

4.4.2.5 Aluminiumoxid-Schichten (Al_2O_3)	156
4.4.2.6 Diamant-Schichten	156
4.5 Keramische Schneidstoffe	157
4.5.1 Schneidkeramiken	157
4.5.1.1 Schneidkeramiken auf der Basis von Al_2O_3	161
4.5.1.2 Nichtoxidische Schneidkeramiken	168
4.5.2 Hochharte nichtmetallische Schneidstoffe	171
4.5.2.1 Diamant als Schneidstoff	171
4.5.2.2 Bornitrid als Schneidstoff	178
4.6 Werkzeugausführungen	181
4.6.1 Vollstahl-Werkzeuge	182
4.6.2 Werkzeuge mit aufgelöteten Schneidplatten	183
4.6.3 Werkzeuge mit geklemmten Schneidplatten	184
4.7 Aufbereitung von Werkzeugen	191
5 Kühlschmierstoffe	193
5.1 Aufgaben der Kühlschmierstoffe	193
5.2 Arten von Kühlschmierstoffen	193
5.3 Gebrauchshinweise für Kühlschmieremulsionen	196
5.4 Auswirkungen der Kühlschmiermittel auf den Zerspanungsvorgang	197
5.5 Auswahl von Kühlschmierstoffen	201
5.6 Kühlschmierstoffeinsatz verringern oder vermeiden	203
5.6.1 Kühlschmierstoffe verringern	204
5.6.2 Minimalmengenkühschmierung (MMKS)	205
5.6.3 Kühlschmierstoffe vermeiden	206
6 Zerspanbarkeit	210
6.1 Der Begriff „Zerspanbarkeit“	211
6.2 Zerspanbarkeitsprüfung	212
6.2.1 Bewertungsgröße Standzeit	212
6.2.2 Bewertungsgröße Zerspankraft	217
6.2.3 Bewertungsgröße Oberflächengüte	220
6.2.4 Bewertungsgröße Spanform	225
6.3 Beeinflussung der Zerspanbarkeit von Stahlwerkstoffen	226
6.3.1 Zerspanbarkeit in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt	227
6.3.2 Einfluß von Legierungselementen auf die Zerspanbarkeit	233

6.3.3	Zerspanbarkeit in Abhängigkeit von der Wärmebehandlung	235
6.3.4	Zerspanbarkeit gehärteter Stahlwerkstoffe.	242
6.4	Zerspanbarkeit unterschiedlicher Stahlwerkstoffe.	249
6.4.1	Zerspanbarkeit der Automatenstähle.	250
6.4.2	Zerspanbarkeit der Einsatzstähle.	255
6.4.3	Zerspanbarkeit der Vergütungsstähle.	256
6.4.4	Zerspanbarkeit der Nitrierstähle.	259
6.4.5	Zerspanbarkeit der Werkzeugstähle.	260
6.4.6	Zerspanbarkeit nichtrostender, hitzebeständiger und hochwarmfester Stähle.	262
6.5	Zerspanbarkeit der Eisenguß-Werkstoffe.	263
6.6	Zerspanbarkeit der Aluminiumlegierungen.	273
6.7	Zerspanbarkeit der Kupferbasislegierungen.	278
6.8	Zerspanbarkeit der Nickelbasislegierungen.	283
6.9	Zerspanbarkeit der Kobaltbasislegierungen.	288
6.10	Zerspanbarkeit der Titan-Werkstoffe.	290
7	Auslegung und Überwachung von Zerspanprozessen	298
7.1	Bestimmung wirtschaftlicher Schnittbedingungen.	298
7.1.1	Schnittwertgrenzen.	298
7.1.2	Optimierung der Schnittwerte.	302
7.1.3	Planungsmethoden und Hilfsmittel.	307
7.2	Prozeßüberwachung.....	309
7.2.1	Sensoren für die Prozeßüberwachung.....	310
7.2.2	Signalverarbeitung und Überwachungsstrategien	318
8	Verfahren mit rotatorischer Hauptbewegung	324
8.1	Drehen.	325
8.1.1	Allgemeines.	325
8.1.2	Verfahrensvarianten, spezifische Merkmale und Werkzeuge.	326
8.1.2.1	Runddrehen.	326
8.1.2.2	Plandrehen.	330
8.1.2.3	Profildrehen.	331
8.1.2.4	Schraubdrehen.	332
8.1.2.5	Formdrehen.	335
8.2	Fräsen.	337
8.2.1	Allgemeines.	337

8.2.2	Verfahrensvarianten, spezifische Merkmale und Werkzeuge	342
8.2.2.1	Stirnfräsen	342
8.2.2.2	Umfangsfraesen	349
8.2.2.3	Schaftfräsen	351
8.2.2.4	Profilfräsen	354
8.2.2.5	Wälzfräsen	356
8.2.2.6	Schälwälzfräsen	365
8.2.2.7	Hartschälren	367
8.2.2.8	Drehfräsen	370
8.3	Bohren	375
8.3.1	Allgemeines	375
8.3.2	Verfahrensvarianten, spezifische Merkmale und Werkzeuge	376
8.3.2.1	Bohren mit Spiralbohrern	376
8.3.2.2	Kurzlochbohren	387
8.3.2.3	Tiefbohren	388
8.3.2.4	Senken	397
8.3.2.5	Reiben	398
8.3.2.6	Innengewindeherstellung	401
8.4	Sägen	404
8.4.1	Allgemeines	404
8.4.2	Verfahrensvarianten, spezifische Merkmale und Werkzeuge	405
8.4.2.1	Bandsägen	405
8.4.2.2	Hubsägen (Bügelsägen)	407
8.4.2.3	Kreissägen	408
9	Verfahren mit translatorischer Hauptbewegung	411
9.1	Räumen	411
9.1.1	Allgemeines	411
9.1.2	Verfahrensvarianten, spezifische Merkmale und Werkzeuge	413
9.1.2.1	Innen-Rundräumen, Nutenräumen (Innen- und Außenbearbeitung)	413
9.1.2.2	Innen- und Außenprofilräumen	416
9.1.2.3	Wälzräumen, Wälzschaben (Weichschaben)	421
9.1.2.4	Drehräumen	424
9.2	Hobeln, Stoßen	427
9.2.1	Allgemeines	427

9.2.2	Verfahrensvarianten, spezifische Merkmale und Werkzeuge	428
9.2.2.1	Planhobeln, Planstoßen	428
9.2.2.2	Wälzstoßen	431
9.2.2.3	Wälzhobeln	441
	Literaturverzeichnis	443
	Sachwortverzeichnis	465