

Fritz Klocke

Fertigungsverfahren 2

Zerspanung mit geometrisch
unbestimmter Schneide

6. Auflage

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Literatur.....	3
2	Grundlagen zum Schneideneingriff	5
2.1	Schneidenform.....	6
2.2	Schneideneingriff.....	9
2.3	Kraft- und Energieverteilung im Schleifprozess.....	13
2.4	Korn- und Bindungsverschleiß.....	17
	Literatur.....	18
3	Aufbau und Zusammensetzung von Schleifwerkzeugen	21
3.1	Kornwerkstoff.....	22
3.1.1	Natürliche Kornwerkstoffe.....	22
3.1.2	Synthetische Kornwerkstoffe.....	23
3.2	Bindungen.....	42
3.2.1	Kunstharzbindung.....	43
3.2.2	Keramische Bindung.....	44
3.2.3	Metallische Bindungen.....	45
3.2.4	Sonstige Bindungen.....	45
3.2.5	Füll- und Zusatzstoffe.....	46
3.3	Werkzeugaufbau und Bezeichnung.....	47
3.3.1	Aufbau konventioneller Werkzeuge.....	48
3.3.2	Bezeichnung konventioneller Werkzeuge.....	50
3.3.3	Aufbau hochharter Werkzeuge.....	53
3.3.4	Bezeichnung hochharter Werkzeuge.....	55
3.4	Werkzeugherstellung.....	57
3.4.1	Herstellung von Werkzeugen mit konventionellen Schleifmitteln.....	57
3.4.2	Herstellung von Schleifscheiben mit hochharten Schleifmitteln.....	61
3.5	Werkzeugprüfung.....	64
3.5.1	Härteprüfung.....	64
3.5.2	Kornausbruchsuntersuchungen.....	67
3.6	Schleifbänder.....	68

3.6.1	Aufbau und Zusammensetzung von Schleifbändern	69
	Literatur	73
4	Schleifbarkeit unterschiedlicher Werkstoffe	77
4.1	Der Begriff „Zerspanbarkeit“ beim Schleifen	78
4.2	Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften von Stählen	79
4.2.1	Werkstoffeigenschaften in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt ...	79
4.2.2	Einfluss von Legierungselementen auf die Werkstoffeigenschaften...	82
4.2.3	Werkstoffeigenschaften in Abhängigkeit von der Wärmebehandlung	83
4.3	Gefüge verschiedener Stahlwerkstoffe	87
4.3.1	Einsatzstähle	87
4.3.2	Vergütungsstähle	88
4.3.3	Nitrierstähle	89
4.3.4	Wälzlagerstähle	90
4.3.5	Werkzeugstähle	91
4.3.6	Nichtrostende, hitzebeständige und hochwarmfeste Stähle.....	93
4.4	Schleifen verschiedener Gefügebestandteile bei Stählen	94
4.5	Schleifen von Eisengusswerkstoffen	95
4.6	Schleifen von Nickelbasiswerkstoffen	97
4.6.1	Aufbau und Gefüge	97
4.6.2	Eigenschaften und Anwendungsgebiete	99
4.6.3	Schleifverhalten – Einflüsse auf den Schleifprozess	99
4.7	Schleifen von Titanwerkstoffen	101
4.7.1	Aufbau und Gefüge	102
4.7.2	Eigenschaften und Anwendungsgebiete	105
4.7.3	Schleifverhalten – Einflüsse auf den Schleifprozess	105
4.8	Schleifen sprödharter Werkstoffe.....	108
4.8.1	Zerspanungsverhalten sprödharter Werkstoffe.....	109
4.8.2	Bearbeitung von Hochleistungskeramik	110
4.8.3	Bearbeitung von Glas.....	111
4.8.4	Bearbeitung von Silizium	112
4.8.5	Bearbeitung von polykristallinem Diamant (PKD).....	113
	Literatur.....	114
5	Kühlschmierstoffe	119
5.1	Grundlagen der Kühlschmierung beim Schleifen	120
5.1.1	Allgemeine Aufgaben	120
5.1.2	Tribosystem Schleifen	120
5.1.3	Anforderungen an Kühlschmierstoffe beim Schleifen.....	121
5.2	Einteilung, Aufbau und Eigenschaften	122
5.2.1	Öle	123
5.2.2	Emulsionen	124

5.2.3	Wässrige Lösungen	126
5.2.4	Additivierung	126
5.3	Einfluss der Kühlschmierung auf den Schleifprozess	127
5.3.1	Kühlschmierstoffart	127
5.3.2	Kühlschmierstoffzuführung	130
5.4	Überwachung, Pflege und Entsorgung	136
	Literatur	142
6	Schleifen	145
6.1	Einsatzvorbereitung	146
6.1.1	Abrichtkinematiken	147
6.1.2	Schärfen	152
6.1.3	Weitere Abrichtverfahren – Sonderverfahren	157
6.1.4	Reinigen	162
6.1.5	Stellgrößen und Wirkmechanismen des Abrichtens – Einfluss der Einsatzvorbereitung auf den Schleifprozess	163
6.2	Kenngrößen	172
6.3	Verfahrensvarianten nach DIN 8589	187
6.3.1	Einleitung	187
6.3.2	Außenrundscheifen	191
6.3.3	Innenrundscheifen	220
6.3.4	Planscheifen	222
6.3.5	Schleifmittel auf Unterlage	225
6.4	Sonstige Verfahrensvarianten	237
6.4.1	Zahnflankenschleifen	237
6.4.2	Verzahnungshonen	243
6.4.3	Abgrenzung des Einsatzbereiches der verschiedenen Zahnrad-Schleifverfahren	245
6.4.4	Leistungsgrenzen beim Zahnflankenschleifen	246
6.5	Prozessgestaltung	247
6.5.1	Einfluss der Stell- und Prozesskenngrößen auf das Ergebnis	248
6.5.2	Einfluss des Werkzeugs auf das Ergebnis	266
6.5.3	Mehrstufige Prozessführung	269
6.5.4	Störgrößen	277
6.6	Anwendungsbeispiele	284
6.6.1	Außenrund-Umfangs-Querschleifen	284
6.6.2	Außenrund-Formscheifen	286
6.6.3	Innenrund-Umfangs-Querschleifen	289
6.6.4	Spitzenloses Einstechschleifen	292
6.6.5	Plan-Umfangs-Querschleifen	294
	Literatur	295

7 Honen	303
7.1 Kinematische Grundlagen	304
7.2 Honwerkzeuge und deren Aufbereitung	311
7.2.1 Honleisten mit Korund oder Siliziumkarbid	311
7.2.2 Honleisten mit Bornitrid- und Diamantbelag	312
7.3 Einflüsse auf Prozessverlauf und Arbeitsergebnis	312
7.3.1 Stellgrößen	312
7.3.2 Werkzeuggestalt und Spezifikation	323
7.3.3 Werkstückbeschaffenheit	330
7.3.4 Hilfsmittel	332
7.4 Anwendungsbeispiele	335
7.4.1 Plateauhonen	335
7.4.2 Kombinierte Bearbeitung durch Hochpräzisionsharddrehen und Außenrundhonen	336
7.4.3 Zahnradhonen außenverzahnter Stirnräder mit innenverzahntem Werkzeug	337
7.4.4 Laserhonen	339
Literatur	339
8 L ä p p e n	341
8.1 L ä p p e n	342
8.1.1 Grundlagen	343
8.1.2 Zusammensetzung der Werkzeuge und Betriebsmittel	351
8.1.3 Hilfsmittel	353
8.1.4 Stellgrößen	355
8.1.5 Anwendungen	356
Literatur	359
9 Polieren	361
9.1 Polieren	362
9.1.1 Grundlagen	363
9.1.2 Aufbau und Zusammensetzung der Werkzeuge	375
9.1.3 Hilfsmittel	378
9.1.4 Stellgrößen	379
Literatur	380
10 Sonderverfahren	383
10.1 Strahlspanen	384
10.1.1 Wirkprinzip, Prozesseingangsgrößen und Strahlkenngrößen	384
10.1.2 Verfahrensvarianten und Anwendungen	385
10.2 Gleitschleifen	389
10.2.1 Wirkprinzip	389
10.2.2 Verfahrensvarianten und Anwendungen	390

10.3 Trennen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	395
10.3.1 Trennschleifen	395
10.3.2 Multi-Wire-Slicing (MWS)	398
10.3.3 Innenlochsägen	402
10.4 Ultraschallschwingläppen	403
10.4.1 Grundlagen.	403
10.4.2 Technologie	407
Literatur.	417
11 Prozessüberwachung	421
11.1 Notwendigkeit der Prozessüberwachung	422
11.2 Sensoren für die Prozessüberwachung.	423
11.2.1 Kraftsensoren.	423
11.2.2 Stromsensoren	425
11.2.3 AE-Sensoren	426
11.3 Anfunktrolle.	428
11.4 Kollisionsüberwachung	432
11.5 Abrichtüberwachung	432
11.6 Standzeitüberwachung beim Schleifen durch AE	434
11.6.1 Überwachung des Schleifscheibenverschleißes durch den AE-Effektivwert.	434
11.6.2 Detektion von Ratterschwingungen.	436
11.6.3 Stufenerkennung als Element einer sicheren Prozessüberwachung	437
11.7 Überwachung der Werkstückeigenschaften	438
11.8 Zuverlässigkeit der Prozessüberwachung	440
Literatur.	441
Stichwortverzeichnis.	443