

Wilfried König • Fritz Klocke

Fertigungsverfahren 3

Abtragen und Generieren

3., überarbeitete Auflage

Mit 184 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	XIII
1 Einleitung	1
2 Funkenerosives Abtragen (EDM)	3
2.1 Grundlagen	3
2.1.1 Physikalisches Prinzip	3
2.1.2 Prinzipieller Aufbau von Funkenerosionsanlagen	7
2.1.3 Verfahrensvarianten	15
2.2 Technologie	26
2.2.1 Funkenerosives Senken	26
2.2.2 Funkenerosives Schneiden mit ablaufender Drahtelektrode	38
2.2.3 Oberflächenbeschaffenheit	52
2.3 Elektrodenmaterialien und Elektrodenherstellung	61
2.4 Arbeitssicherheit und Umweltschutz	67
2.4.1 Arbeitssicherheit	68
2.4.2 Umweltschutz	69
2.5 Anwendungsbeispiele	70
2.5.1 Senken	70
2.5.2 Schneiden	78
3 Chemisches Abtragen	86
3.1 Ätzabtragen	86
3.2 Thermisch-chemisches Entgraten	87
4 Elektrochemisches Abtragen (ECM)	91
4.1 Grundlagen	91
4.1.1 Prinzip der anodischen Metallauflösung	92
4.1.2 Aufbau von ECM-Senkanlagen	100

4.2	Technologie	104
4.2.1	Maschinenparameter	105
4.2.2	Elektrolyte	109
4.2.3	Werkstoffe	111
4.3	Arbeitssicherheit und Umweltschutz	114
4.4	Anwendungsbeispiele für das elektrochemische Senken	114
4.5	Sonderverfahren der elektrochemischen Bearbeitung	117
4.5.1	ECM-Endbearbeitung funkenerozierter Bauteile	117
4.5.2	Elektrochemische Bohrverfahren	119
4.5.3	Elektrochemisches Entgraten	120
4.6	Elektrochemisches Oberflächenabtragen	121
5	Ultraschallschwinglappen	129
5.1	Grundlagen	129
5.1.1	Verfahrensbeschreibung und Abtragprinzip	129
5.1.2	Aufbau von USM-Anlagen	131
5.2	Technologie	134
5.2.1	Prozeßparameter	134
5.2.2	Läppmittel	138
5.2.3	Formzeug	140
5.2.4	Werkstoffe	145
5.3	Bearbeitungsbeispiele	147
5.4	Entwicklungstendenzen	149
5.4.1	Prozeßüberwachung mittels Acoustic Emission	149
5.4.2	Ultraschallbahnbearbeitung	151
6	Materialbearbeitung mit Hochleistungslasern (LBM)	153
6.1	Grundlagen	153
6.1.1	Erzeugung und Eigenschaften der Laserstrahlung	153
6.1.2	Aufbau von Laserbearbeitungsanlagen	158
6.2	Technologie	166
6.2.1	Laserstrahlschneiden	166
6.2.2	Laserstrahlschweißen	170
6.2.3	Laserstrahlflächenbehandlung	174
6.2.4	Laserstrahlabtragen und -strukturieren	179
6.2.5	Laserunterstütztes Warmzerspanen (LuZ)	182
6.3	Arbeitssicherheit und Umweltschutz	186
6.4	Anwendungsbeispiele	191
6.4.1	Laserstrahlschneiden	191
6.4.2	Laserstrahlschweißen	195

6.4.3	Laserstrahloberflächenbehandlung	198
6.4.4	Laserstrahlabtragen und -strukturieren	202
6.4.5	Laserunterstütztes Warmzerspanen (LAM)	203
6.5	Entwicklungstendenzen	205
7	Materialbearbeitung mit Elektronenstrahlen (EBM)	208
7.1	Grundlagen	208
7.2	Leistungsfähigkeit und Einsatzbereiche	210
8	Materialbearbeitung mit Hochdruckwasserstrahl	219
8.1	Grundlagen	219
8.1.1	Wirkmechanismen des Wasserstrahlschneidens	219
8.1.2	Systemkomponenten	221
8.2	Technologie	224
8.3	Anwendungsbeispiele	226
9	Bauteilgenerierung mit Rapid Prototyping-Verfahren	230
9.1	Verfahrenscharakteristika und Potentiale	230
9.1.1	Prototypenbedarf in der Produktentwicklung	230
9.1.2	Charakteristika und Potentiale des Rapid Prototyping	232
9.2	Verfahrensübersicht und Anwendungsbeispiele	234
9.2.1	Stereolithographie	235
9.2.2	Solid Ground Curing	238
9.2.3	Selective Laser Sintering	239
9.2.4	Fused Deposition Modeling	240
9.2.5	Laminated Object Manufacturing	241
9.2.6	Three Dimensional Printing	242
9.2.7	Lasersintern und -generieren metallischer Bauteile	243
9.3	Rapid Prototyping-Prozessketten und Folgetechniken	245
9.3.1	Herstellung von Kunststoff-Prototypen und -Kleinserien	245
9.3.2	Herstellung von Spritzgußwerkzeugen für die Prototypen- und Kleinserienfertigung	247
9.3.3	Gieß- und Abformprozesse zur Herstellung metallischer Bauteile	249
	Literaturverzeichnis	251
	Sachverzeichnis	265