

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Inhaltsverzeichnis	IX
Einleitung	XV
1 Gesamtüberblick über das Konstruieren von Druckgießformen	25
1.1 Prinzipieller Aufbau von Druckgießformen	25
1.2 Verbindung zwischen der Auswerfeinheit der Druckgießmaschine und dem Auswerferpaket der Druckgießform	32
1.3 Anforderungen an den Druckgießformenbau	35
1.4 Klassifizierung von Druckgießformen	40
1.5 Klassifizierung der Bauteile und Bausysteme von Druckgießformen	52
1.6 Computerunterstütztes System zum Konstruieren von Druckgießformen	59
Literatur zu Kapitel 1	66
2 Konstruieren formbildender und hoch beanspruchter Bauteile der Druckgießform	71
2.1 Konstruieren der Formeinsätze	72
2.2 Feste Kerne und Schriftstempel	84
2.3 Konstruieren der Schiebereinheiten	88
2.3.1 Schiebereinheiten mit Schrägsäulen	89
2.3.1.1 Schieberkörper	93
2.3.1.2 Schrägsäulen und Schrägsäulenaufnahmen	95
2.3.1.3 Gleitführungen des Schiebers	98
2.3.1.4 Verriegelung des Schiebers bei geschlossener und geöffneter Druckgießform	101
2.3.1.5 Beispiele des Schiebers mit Schrägsäule	108
2.3.2 Schiebereinheiten mit Hydraulikzylindern	108
2.4 Ausführungen von Eingussverteilern und Eingießbuchsen	112

2.5	Auswahl der Gießgarnitur	114
2.6	Auswahl des Warmarbeitsstahls	123
2.7	Schädigungen an formbildenden Bauteilen	127
2.8	Elastische Wärmespannung und Verformungen des Warmarbeitsstahls	130
2.9	Wärmespannungsverlauf in der Formgravuroberfläche sowie elastische und plastische Verformungen des Warmarbeitsstahls	133
2.10	Standzeit der Druckgießform	138
	Literatur zu Kapitel 2	141
3	Grundaufbau der Druckgießform	145
3.1	Grundaufbau der Druckgießform aus normalisierten Bauteilen	145
3.2	Konstruieren des Baukastensystems	147
3.2.1	Auswahl des Plattensystems	147
3.2.2	Auswahl des Führungs- und Zentriersystems	152
3.2.3	Auswahl der Plattenabmessungen	163
3.3	Stützbolzen	165
3.4	Zentriereinheiten für Druckgießformhälften	166
3.5	Ausschraubbare Führungssäulen	170
3.6	Transport- und Sicherungselemente der Druckgießform	172
3.7	Werkzeugstähle für die Bauteile der Druckgießform	173
3.8	Mechanische Auslegung der Druckgießform	178
3.8.1	Verformung und Festigkeit der Zwischenplatte bei der Durchbiegung	179
3.8.2	Verformung der Zwischenplatte mit Stützbolzen und ein Berechnungs- beispiel	185
3.8.3	Verformung und Festigkeit des beweglichen Formrahmens bei der Durchbiegung mit Berechnungsbeispiel	189
3.8.4	Auswahl der Schrauben und Spanneisen	191
4	Auswerfersystem der Druckgießform	207
4.1	Prinzipieller Aufbau des Auswerferpakets	207
4.2	Bauteile des Auswerferpakets	211
4.3	Auswerferelemente des Auswerferpakets	216
4.4	Angriffspunkte für die Auswerferelemente	221
4.5	Knickfestigkeit der Auswerferelemente	224
4.6	Entformungskraft an den Auswerferelementen	228

4.7	Abziehungskraft an den Kernen	231
4.7.1	Abziehungskraft an kleinen Kernen mit verschiedenen Querschnitten	231
4.7.2	Abziehungskraft an runden Kernen ohne Konizität	235
4.7.3	Abziehungskraft an runden Kernen mit Konizität	239
4.7.4	Abziehungskraft an rechtwinkligen Kernen ohne und mit Konizität	241
4.8	Berechnungsbeispiele der Abziehungskraft an einigen Druckgussteilen	243
4.8.1	Druckgussteile mit zylindrischer Geometrie	243
4.8.2	Druckgussteile mit rechtwinkliger Geometrie	247
4.9	Gesamtabziehungskraft und deren Koordinaten am Druckgussteil	252
5	Temperiersystem der Druckgießform	257
5.1	Prinzipieller Aufbau des Temperiersystems	259
5.2	Gestaltung des Temperierkanalnetzes in der Druckgießform	269
5.3	Normalisierte Temperierelemente für Kerne, Formeinsätze und Schieber	279
5.4	Wärmeleitrohre zur Temperierung der Druckgießform	281
5.5	Wärmeträgerflüssigkeiten für das Temperiersystem	286
5.6	Temperiergeräte zur Temperierung der Druckgießform	287
5.6.1	Prinzipieller Aufbau des Temperiergeräts	287
5.6.2	Vorläufige Auswahl des Temperiergeräts	293
5.7	Abgeführte Wärmemenge an die Umgebung	301
5.8	Abgeführte Wärmemenge an die Temperierkanäle	305
5.9	Druckverluste im Temperiersystem der Druckgießform	311
5.10	Aufheiztemperatur und Aufheizzeit der Druckgießform	316
	Literatur zu Kapitel 5	321
6	Vakuumsystem der Druckgießform	325
6.1	Prinzipieller Aufbau des Vakuumsystems	326
6.2	Metallabsperrentile und Entlüftungsplatten	331
6.3	Anordnung der Vakuumkanäle	338
6.4	Theoretische und praktische Untersuchungen des Luftdruck- verlaufs im Vakuumsystem	348
	Literatur zu Kapitel 6	355
7	Fräsverfahren in der Fertigung von Druckgießformen	359
7.1	Fräswerkzeuge	360

7.1.1	Fräswerkzeugtypen	361
7.1.2	Schneidwerkstoffe	367
7.2	Programmierung der NC-Fräsmaschinen	369
7.2.1	Manuelle Programmierung	369
7.2.2	Computerunterstützte Programmierung	382
7.2.2.1	Technologiedatenbanken	384
7.2.2.2	Feature-Technologie	394
7.2.2.3	Postprozessor	396
7.2.2.4	Maschinensimulation mit Materialentfernung	397
7.3.2.	5D-Fräsbearbeitung	398
7.3.1	Planfräsen	399
7.3.2	Schräges Eintauchen und Zirkularfräsen	401
7.3.3	Trochoidales Fräsen	402
7.3.4	Weiches Anfahren an und Abfahren von der Bauteilkontur	403
7.3.5	Fräsbearbeitung der Ecken und Restmaterialbearbeitung	403
7.3.6	Konturfräsen	405
7.4	3D-Fräsbearbeitung	409
7.4.1	Schruppbearbeitung	409
7.4.2	Schlichtbearbeitung	413
7.4.3	Schlichtstrategien	419
7.5	Hochgeschwindigkeitsfräsen	427
7.5.1	Schnittdaten beim HSC-Fräsen	431
7.5.2	HSC-Frässtrategien	433
7.6	Fünfachsfräsbearbeitung im Formenbau	440
7.6.1	Fünfachsfräsmaschinen	440
7.6.2	Frässtrategien bei der 5-Achs-Bearbeitung	446
	Literatur zu Kapitel 7	451
8	Funkenerosives Senken im Formenbau	455
8.1	Physikalisches Abtragsprinzip der Funkenerosion	455
8.2	Funkenerosive Bearbeitungsvarianten	458
8.3	Senkerodieranlagen	464
8.3.1	Prinzipieller Aufbau der Senkerodieranlage	464
8.3.2	Statische Impulsgeneratoren	466
8.3.3	Dielektrikumaggregat der Senkerodiermaschine	470

8.3.3.1	Dielektrikum	470
8.3.3.2	Spülung des Arbeitsspalts	471
8.3.3.3	Prinzipieller Aufbau des Dielektrikumaggregats	475
8.4	Werkzeugelektroden aus Graphit	476
8.4.1	Werkzeugelektrodensystem	476
8.4.2	Fertigung der Werkzeugelektroden aus Graphit	481
8.4.2.1	Fräswerkzeuge zur Graphitbearbeitung	481
8.4.2.2	Schnittdaten und Frässtrategien bei der Graphitbearbeitung	481
8.5	Technologie des funkenerosiven Senkens	485
8.5.1	Struktur der erodierten Bauteiloberflächen	485
8.5.2	Abtragsrate und Verschleiß der Werkzeugelektrode	495
8.5.3	Arbeitsspalt zwischen der Werkzeugelektrode und dem Werkstück	499
8.5.4	Abmessungen der Werkzeugelektroden	500
8.5.5	Auswahl der Erodierparameter	503
	Literatur zu Kapitel 8	506
9	Feinstbearbeitung im Formenbau	511
9.1	Polierarbeitsplätze	511
9.2	Rotierende Handstücke und Handfeilmaschinen mit verschiedenen Antriebssystemen	514
9.2.1	Biegewellensysteme	514
9.2.2	Mikromotorensysteme	514
9.2.3	Pneumatiksysteme	519
9.2.4	Ultraschallsysteme	520
9.3	Läpp- und Polierwerkzeuge	520
9.3.1	Läpp- und Polierwerkzeuge für rotierende Handstücke	521
9.3.2	Läpp- und Polierwerkzeuge für Handfeilmaschinen	526
9.3.3	Läpp- und Poliermittel	533
9.4	Strategien der Feinstbearbeitung	534
9.4.1	Läppen, Polierläppen und Polieren	534
9.4.2	Traditionelle Strategien der Feinstbearbeitung	536
9.4.3	Strategien der Feinstbearbeitung mit moderner Läpp- und Poliertechnik	539
	Sachverzeichnis	549