



Inhaltsverzeichnis

Josef Reissner

Umformtechnik multimedial

Werkstoffverhalten, Werkstückversagen, Werkzeuge, Maschinen

ISBN: 978-3-446-41840-0

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41840-0>

sowie im Buchhandel.

Inhalt

1	Isotrope Plastifizierung	21
1.1	Umformtechnologie	22
1.1.1	Geometrieorientiertes Umformen	22
1.1.2	Spannungsorientiertes Umformen	22
1.2	Spannungen und Spannungszustand	23
1.2.1	Spannungsvektor	23
1.2.2	Spannungstensor	25
1.2.3	Fundamentalbeziehung und Hauptspannungen	26
1.2.4	Gleichgewichtsbedingung	28
1.3	Mises'sche Fließbedingung	31
1.3.1	Werkstoffmechanischer Ansatz	31
1.3.2	Geometrische Darstellung im Hauptspannungsraum	33
1.4	Formänderungen und Fließregel	35
1.4.1	Verzerrungen – Formänderungen – Verformung	35
1.4.2	Fließregel	36
1.5	Verfahrensorientierte Anwendung	38
1.5.1	Flachwalzen	38
1.5.2	Kaliberwalzen	41
1.5.3	Strangpressen	41
1.5.4	Freiformschmieden	41
1.5.5	Ziehen	41
1.5.6	Gesenkschmieden	43
1.5.7	Tiefziehen	43
1.5.8	Fließpressen	43
1.6	Wissensanwendung	43
1.6.1	Hauptspannungen und maximale Schubspannung	44
1.6.2	Elastische oder plastische Spannungszustände	44
1.6.3	Formänderungstensor und Hauptformänderungen	44
1.6.4	Vergleichsformänderung	45
1.6.5	Vergleichsspannung	45
1.6.6	Vergleichsspannung und Vergleichsformänderung	46
1.6.7	Vergleichsspannung und Fließregel	47
1.6.8	Vergleichsformänderung und Fließregel	47
1.6.9	Normalenregel und Umformverfahren	48

2	Anisotrope Plastifizierung	51
2.1	Umformtechnische Berechnungen	52
2.2	Anisotrope Werkstoffbeispiele	53
2.3	Elastische Anisotropie	54
2.3.1	Elastisches Potenzial	54
2.3.2	Elastizitätstensor	54
2.4	Plastische Anisotropie	59
2.5	Gefüge- und Kristallanisotropie	63
2.6	Ermittlung der Anisotropie-Koeffizienten	69
2.6.1	Definierte ebene Spannungszustände	69
2.6.2	Ebene Formänderungsversuche	69
2.7	Verfahrensorientierte Anwendung	72
2.7.1	Flachwalzen	72
2.7.2	Kaliberwalzen	73
2.7.3	Strangpressen	74
2.7.4	Freiformschmieden	74
2.7.5	Ziehen	74
2.7.6	Gesenkschmieden	75
2.7.7	Tiefziehen	75
2.7.8	Fließpressen	78
2.8	Wissensanwendung	78
2.8.1	Hill'sche Fließbedingung	78
2.8.2	Hill'sche Fließbedingung mit R-Wert	78
2.8.3	Schmid'sches Schubspannungsgesetz	79
2.8.4	Fließortkurve und Umformverfahren	80
2.8.5	R-Wert und Walzrichtung	81
2.8.6	R-Wert und Fließortkurve	82
2.8.7	R-Wert und Formänderungen im Zugversuch	83
2.8.8	R-Wert und Textur	83
3	Verfestigung und Entfestigung	85
3.1	Fließkurven	86
3.1.1	Massives Probenmaterial	87
3.1.2	Blechwerkstoffe	90
3.2	Umform-Werkstoffstrukturen	90
3.2.1	Kaltumformgefüge	90
3.2.2	Bergström-Modell	93

3.2.3	Warmumformgefüge	93
3.3	Mathematisierung der Fließkurven	95
3.4	Bauschinger-Effekt und Eigenspannungen	97
3.4.1	Bauschinger-Effekt	97
3.4.2	Umformeigenspannungen	99
3.5	Verfahrensorientierte Anwendung	102
3.5.1	Flachwalzen	102
3.5.2	Kaliberwalzen	104
3.5.3	Strangpressen	104
3.5.4	Freiformschmieden	105
3.5.5	Ziehen	105
3.5.6	Gesenkschmieden	108
3.5.7	Tiefziehen	109
3.5.8	Fließpressen	111
3.6	Wissensanwendung	111
3.6.1	Fließkurve	111
3.6.2	Fließkurve für einen Ludwik-Werkstoff	112
3.6.3	Anfangsfließspannungen	112
3.6.4	Bauschinger-Effekt-Ermittlung	112
3.6.5	Bauschinger-Effekt und Fließortkurve	113
3.6.6	Bauschinger-Effekt und Fließbeginn	113
3.6.7	Warmfließkurve	114
3.6.8	Eigenspannungen und Recken	115
3.6.9	Eigenspannungsfreies Richten	116
3.6.10	Bergström-Modell – hochfeste Stäbe und Drähte	117
3.6.11	Verformungsinduzierter Martensit – rostfreie Cr-Ni-Stähle	118
4	Umformtribologie	119
4.1	Umformtechnisches Tribosystem	120
4.2	Reibgesetze	123
4.3	Reibzustände	126
4.4	Bestimmung der Reibungszahlen	128
4.4.1	Ringstauchversuch	129
4.4.2	Streifenziehversuch	129
4.5	Schmierstoffe	130
4.5.1	Flüssige Schmierstoffe	130
4.5.2	Festschmierstoffe	134

4.6	Verfahrensorientierte Anwendung	137
4.6.1	Flachwalzen – Folienwalzen	137
4.6.2	Kaliberwalzen	137
4.6.3	Strangpressen	138
4.6.4	Freiformschmieden	139
4.6.5	Ziehen	139
4.6.6	Gesenkschmieden	140
4.6.7	Tiefziehen	140
4.6.8	Fließpressen	141
4.7	Wissensanwendung	142
4.7.1	Kontaktnormalkraft und Reibkraft	142
4.7.2	Reibzustände und Stribeck-Kurve	143
4.7.3	Umformverfahren und Schmierstoffe	144
4.7.4	Viskosität – Druck- und Temperaturabhängigkeit	145
4.7.5	Reibzustände und Rauigkeit	146
4.7.6	Ringstauchversuch zur Ermittlung der Reibungszahlen	147
4.7.7	Stick-Slip-Verhalten und Rattern	147
5	Werkstückversagen durch Reißen und Risse	149
5.1	Blech- und Massivversagen	150
5.2	Blechumformbarkeit und Rissversagen	150
5.2.1	Grenzformänderungskurve	153
5.2.2	Konsistente Stoffdaten	155
5.2.3	Spannungsinduziertes Rissversagen	158
5.3	Reißen in der Massivumformung	162
5.4	Bruchkriterien in der Umformtechnik	163
5.4.1	Dehnungsunabhängige makromechanische Bruchkriterien	164
5.4.2	Dehnungsabhängige makromechanische Bruchkriterien	164
5.4.3	Mikromechanische Bruchkriterien	164
5.4.4	Konzept der effektiven Spannungen	165
5.5	Verfahrensorientierte Anwendung	168
5.5.1	Flachwalzen	168
5.5.2	Schrägwalzen – Kaliberwalzen	168
5.5.3	Strangpressen	168
5.5.4	Freiformschneiden	169
5.5.5	Ziehen	169
5.5.6	Gesenkschmieden	170
5.5.7	Tiefziehen	170
5.5.8	Fließpressen	170

5.6	Wissensanwendung	171
5.6.1	Grenzformänderungsdiagramm und Verzerrungstensor	171
5.6.2	Grenzformänderungsdiagramm und logarithmische Formänderungen	173
5.6.3	Grenzformänderungsdiagramm und Plane Strain	174
5.6.4	Grenzformänderungskurve und Formänderungsweg	175
5.6.5	Grenzspannungsdiagramm	175
5.6.6	Blechumformbarkeit und R-Wert	176
5.6.7	Massivumformen und Grenzzugdiagramm	176
5.6.8	Kragendruckprobe	177
5.6.9	Grenzzugdiagramm und Verlauf der maximalen Zugspannungen	177
6	Werkstückversagen durch Falten und umformbare Werkstoffe	179
6.1	Falten in der Blechumformung	180
6.2	Knickung beim Massivumformen	183
6.2.1	Mathematische Beschreibung der Falten- und Knickbildung	184
6.2.2	Knickkraft	186
6.3	Umformbare Blechwerkstoffe	189
6.4	Multifrequenz-Wirbelstrom-Messung	191
6.5	Verfahrensorientierte Anwendung	195
6.5.1	Flachwalzen, Warm- und Kaltband	195
6.5.2	Kaliberwalzen – Draht	196
6.5.3	Strangpressen	197
6.5.4	Freiformschmieden	197
6.5.5	Ziehen – Draht und Stäbe	198
6.5.6	Gesenkschmieden	199
6.5.7	Tiefziehen	200
6.5.8	Fließpressen	200
6.6	Wissensanwendung	201
6.6.1	Faltenbildung und R-Wert	201
6.6.2	Einfluss auf die Faltenbildung	201
6.6.3	Stauhen, Verjüngen, elastisches und plastisches Knicken	202
6.6.4	Schneidstempelbeanspruchung, Stauch- und Knickversagen	202
6.6.5	Umformbare Werkstoffe – Zwei- und Mehrphasenstähle	203
6.6.6	Drahtstraße mit Kühleinrichtung – Gefüge	204
6.6.7	Dieless Drawing – Spannungszustand	204

6.6.8	Wirbelstromdaten – Fehlervermeidung	204
6.6.9	Wirbelstromdaten – Online-Korrektur	205
6.6.10	Wirbelstromdaten – virtuelle Fertigung	205
7	Werkzeugversagen	207
7.1	Werkzeugbruch und Werkzeugverschleiß	208
7.2	Gewaltbruch – bruchmechanische Konzepte	209
7.2.1	G-Konzept	209
7.2.2	K-Konzept	210
7.2.3	J-Integral	210
7.3	Lebensdauer – Ermüdungsbruch	217
7.4	Werkzeugversagen durch Hertz'sche Pressung	218
7.5	Verschleiß	219
7.5.1	Adhäsionsverschleiß	219
7.5.2	Der Abrasionsverschleiß	220
7.5.3	Der Ermüdungsverschleiß (Oberflächenzerrüttung)	221
7.5.4	Die Reiboxidation	222
7.6	Werkzeugwerkstoffe	222
7.6.1	Werkzeugstähle	222
7.6.2	Hartmetalle	225
7.7	Beschichtungsverfahren	225
7.8	Verfahrensorientierte Anwendung	229
7.8.1	Flachwalzen	229
7.8.2	Kaliberwalzen	230
7.8.3	Strangpressen	230
7.8.4	Freiformschmieden	231
7.8.5	Ziehen	231
7.8.6	Gesenkschmieden	232
7.8.7	Tiefziehen	233
7.8.8	Fließpressen	233
7.9	Wissensanwendung	234
7.9.1	Bruchmechanik und Gewaltbruch	234
7.9.2	Bruchmechanik und Ermüdungsbruch	234
7.9.3	Plastoermüdung und Strangpressen	234
7.9.4	Weibull-Statistik und Weibull-Modul	236
7.9.5	m- und n-Parameter	236
7.9.6	Abrasionsverschleiß und 3-Rollen-Walzwerk	237
7.9.7	Coating Guide	237

8	Werkzeugsysteme	239
8.1	Wirkprinzip der Werkzeuge	240
8.2	Folgeschneidwerkzeug mit Plattenführung	241
8.2.1	Werkzeugkomponenten – Werkzeugaktivteile	241
8.2.2	Werkstoffbeispiele für die Bauteile eines Schneidwerkzeuges	248
8.2.3	Einflüsse auf die Gestaltung von Schneidwerkzeugen	249
8.2.4	Lage des Einspannzapfens	250
8.2.5	Werkstoffausnutzung	250
8.3	Transferwerkzeuge	251
8.3.1	Werkzeugkomponenten und Werkzeugaktivteile	255
8.3.2	Variantenkonstruktion	256
8.3.3	Komplettbearbeitungsgerechte Variantenfertigung	258
8.4	Verfahrensorientierte Anwendung	259
8.4.1	Flachwalzen	259
8.4.2	Kaliberwalzen	260
8.4.3	Strangpressen	262
8.4.4	Freiformschneiden	263
8.4.5	Ziehen	263
8.4.6	Gesenkschmieden	264
8.4.7	Tiefziehen	265
8.4.8	Fließpressen	266
8.5	Wissensanwendung	267
8.5.1	Walzkraft und Breitung	267
8.5.2	Walzgeschwindigkeit und Banddicke	268
8.5.3	Drahtwalzen und Kaliberwalzen	269
8.5.4	Strangpressen und Einlaufgeometrie	270
8.5.5	Strangpressen und Reiblänge	271
8.5.6	Freiformschmieden und Kernverdichtung	273
8.5.7	Drahtziehen und optimaler Ziehwinkel	274
8.5.8	Gesenkschmieden und Gratbahn	275
8.5.9	Gesenkschmieden und Gesenkteilung	276
8.5.10	Folgeschneidwerkzeug und Schnittbild	277
8.5.11	Tiefziehwerkzeug mit und ohne Niederhalter	277
8.5.12	Tiefziehen und Bremswulste	279
8.5.13	Tiefziehen eines rechteckigen Ziehteils	280
8.5.14	Fließpressen und Pressbüchsenausführungen	281
8.5.15	Fließpressen und vorgespannte Werkzeuge	282

9	Handlingsysteme	283
9.1	Handhaben	284
9.2	Maschinen mit integrierter Handlingtechnologie	285
9.3	Werkzeugwechselsysteme	292
9.4	Verfahrensorientierte Anwendung	294
9.4.1	Flachwalzen	294
9.4.2	Kaliberwalzen	295
9.4.3	Strangpressen	295
9.4.4	Freiformschmieden	296
9.4.5	Ziehen	297
9.4.6	Gesenkschmieden	297
9.4.7	Tiefziehen	297
9.4.8	Fließpressen	299
9.5	Wissensanwendung	301
9.5.1	Exzenterpresse und s-t-Diagramm	301
9.5.2	Werkstücktransport in Mehrstufenpressen-Ereignisketten	302
9.5.3	Werkstücktransport in Mehrstufenpressen-Führungs- und Kollisionsbedingungen	304
9.5.4	Werkstücktransport in Mehrstufenpressen-Netzplan	304
10	Umformmaschinen (Anlagen)	305
10.1	Hydraulische und mechanische Pressen	306
10.1.1	Wirkprinzip	307
10.1.2	Antriebschema	307
10.1.3	Weg-Zeit-Gesetz	308
10.1.4	Erzeugung der Presskraft	310
10.1.5	Kraft-Weg-Diagramm	312
10.1.6	Hub- und Stößelverstellung	313
10.1.7	Stößelgeschwindigkeit	315
10.1.8	Ziehkissenkraft	317
10.2	Verfahrensorientierte Anwendung	317
10.2.1	Flachwalzen	317
10.2.2	Kaliberwalzen	318
10.2.3	Strangpressen	319
10.2.4	Freiformschmieden	320
10.2.5	Ziehen	321
10.2.6	Gesenkschmieden	322
10.2.7	Tiefziehen	323

10.2.8	Fließpressen	326
10.3	Wissensanwendung	328
10.3.1	Umformverfahren – Kraft-Wegverlauf	328
10.3.2	Einfachwirkende Presse – Werkzeug	328
10.3.3	Doppeltwirkende Presse – Werkzeug	329
10.3.4	Einsatz der Kurbel- und Exzenterpressen	330
10.3.5	Einsatz Exzenterpresse zum Tiefziehen – einfache Abschätzung . . .	331
10.3.6	Einsatz der hydraulischen Presse – Presskraft	332
	Literaturangaben	333
	Stichwortverzeichnis	337