

Heinz Tschätsch | Jochen Dietrich

Praxis der Umformtechnik

Arbeitsverfahren, Maschinen, Werkzeuge

10., überarbeitete und erweiterte Auflage

PRAXIS



VIEWEG+
TEUBNER

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Teil I: Umform- und Trennverfahren | 1 |
| 1 Einteilung der Fertigungsverfahren | 3 |
| 2 Begriffe und Kenngrößen der Umformtechnik | 5 |
| 2.1 Plastische (bleibende) Verformung | 5 |
| 2.2 Formänderungsfestigkeit k_f in N/mm ² | 6 |
| 2.3 Formänderungswiderstand k_w | 8 |
| 2.4 Formänderungsvermögen | 9 |
| 2.5 Formänderungsgrad und Hauptformänderung | 14 |
| 2.6 Formänderungsgeschwindigkeit | 15 |
| 2.7 Testfragen zu Kapitel 2 | 16 |
| 3 Oberflächenbehandlung | 17 |
| 3.1 Kalt-Massivumformung | 17 |
| 3.2 Kalt-Blechumformung | 18 |
| 3.3 Warmformgebung (Gesensschmieden) | 19 |
| 3.4 Testfragen zu Kapitel 3 | 19 |
| 4 Stauchen | 20 |
| 4.1 Definition | 20 |
| 4.2 Anwendung | 20 |
| 4.3 Ausgangsrohling | 20 |
| 4.4 Zulässige Formänderungen | 21 |
| 4.5 Stauchkraft | 25 |
| 4.6 Staucharbeit | 25 |
| 4.7 Stauchwerkzeuge | 26 |
| 4.8 Erreichbare Genauigkeiten | 28 |
| 4.9 Fehler beim Stauchen | 29 |
| 4.10 Berechnungsbeispiele | 29 |
| 4.11 Testfragen zu Kapitel 4 | 34 |
| 5 Fließpressen | 35 |
| 5.1 Definition | 35 |
| 5.2 Anwendung eines Verfahrens | 35 |
| 5.3 Unterteilung des Fließpressverfahrens | 36 |
| 5.4 Ausgangsrohling | 37 |
| 5.5 Hauptformänderung φ_h | 37 |
| 5.6 Kraft- und Arbeitsberechnung | 38 |
| 5.7 Fließpresswerkzeuge | 40 |
| 5.8 Armierungsberechnung nach VDI 3186 Bl. 3 für einfach armierte Pressbüchsen .. | 41 |
| 5.9 Erreichbare Genauigkeiten | 44 |
| 5.10 Fehler beim Fließpressen | 45 |
| 5.11 Stadienplan | 45 |
| 5.12 Berechnungsbeispiele | 46 |
| 5.13 Formenordnung | 51 |
| 5.14 Testfragen zu Kapitel 5 | 57 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 6 | Gewindewalzen | 58 |
| 6.1 | Unterteilung der Verfahren | 58 |
| 6.2 | Anwendung der Verfahren | 60 |
| 6.3 | Vorteile des Gewindewalzens | 61 |
| 6.4 | Bestimmung des Ausgangsdurchmessers | 62 |
| 6.5 | Rollgeschwindigkeiten mit Rundwerkzeugen | 63 |
| 6.6 | Walzwerkzeuge | 63 |
| 6.7 | Beispiel | 65 |
| 6.8 | Gewindewalzmaschinen | 66 |
| 6.9 | Verfahren und Maschinen für das Walzen von Verzahnungen | 71 |
| 6.10 | Ringwalzen | 78 |
| 6.11 | Testfragen zu Kapitel 6 | 86 |
| 7 | Kalteinsenken | 87 |
| 7.1 | Definition | 87 |
| 7.2 | Anwendung des Verfahrens | 87 |
| 7.3 | Zulässige Formänderungen | 88 |
| 7.4 | Kraft- und Arbeitsberechnung | 88 |
| 7.5 | Einsenkbar Werkstoffe | 89 |
| 7.6 | Einsenkgeschwindigkeit | 90 |
| 7.7 | Schmierung beim Kalteinsenken | 90 |
| 7.8 | Gestaltung der einzusenken Werkstücke | 90 |
| 7.9 | Einsenkwerkzeug | 91 |
| 7.10 | Vorteile des Kalteinsenkens | 92 |
| 7.11 | Fehler beim Kalteinsenken | 93 |
| 7.12 | Maschinen für das Kalteinsenken | 93 |
| 7.13 | Berechnungsbeispiele | 94 |
| 7.14 | Testfragen zu Kapitel 7 | 95 |
| 8 | Massivprägen | 96 |
| 8.1 | Definition | 96 |
| 8.2 | Unterteilung und Anwendung der Massivprägeverfahren | 96 |
| 8.3 | Kraft- und Arbeitsberechnung | 97 |
| 8.4 | Werkzeuge | 98 |
| 8.5 | Fehler beim Prägen | 99 |
| 8.6 | Beispiel | 99 |
| 8.7 | Testfragen zu Kapitel 8 | 100 |
| 9 | Abstreckziehen (Abstrecken) | 101 |
| 9.1 | Definition | 101 |
| 9.2 | Anwendung des Verfahrens | 101 |
| 9.3 | Ausgangsrohling | 101 |
| 9.4 | Hauptformänderung | 101 |
| 9.5 | Kraft- und Arbeitsberechnung | 103 |
| 9.6 | Beispiel | 103 |
| 9.7 | Testfragen zu Kapitel 9 | 104 |
| 10 | Drahtziehen | 105 |
| 10.1 | Definition | 105 |
| 10.2 | Anwendung | 105 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 10.3 | Ausgangsmaterial | 106 |
| 10.4 | Hauptformänderung | 106 |
| 10.5 | Zulässige Formänderungen | 106 |
| 10.6 | Ziehkraft | 107 |
| 10.7 | Ziehgeschwindigkeiten | 107 |
| 10.8 | Antriebsleistung | 109 |
| 10.9 | Ziehwerkzeuge | 110 |
| 10.10 | Beispiel | 112 |
| 10.11 | Testfragen zu Kapitel 10 | 114 |
| 11 | Rohrziehen | 115 |
| 11.1 | Definition | 115 |
| 11.2 | Rohrziehverfahren | 115 |
| 11.3 | Hauptformänderung und Ziehkraft | 116 |
| 11.4 | Ziehwerkzeuge | 117 |
| 11.5 | Beispiel | 118 |
| 11.6 | Testfragen zu Kapitel 11 | 118 |
| 12 | Strangpressen | 119 |
| 12.1 | Definition | 119 |
| 12.2 | Anwendung | 119 |
| 12.3 | Ausgangsmaterial | 120 |
| 12.4 | Die Strangpressverfahren | 120 |
| 12.5 | Hauptformänderung | 123 |
| 12.6 | Formänderungsgeschwindigkeiten beim Strangpressen | 123 |
| 12.7 | Presskraft | 124 |
| 12.8 | Arbeit | 126 |
| 12.9 | Werkzeuge | 128 |
| 12.10 | Strangpressmaschinen | 130 |
| 12.11 | Beispiel | 131 |
| 12.12 | Testfragen zu Kapitel 12 | 132 |
| 13 | Gesenkschmieden | 133 |
| 13.1 | Definition | 133 |
| 13.2 | Ausgangsrohling | 133 |
| 13.3 | Unterteilung und Anwendung des Verfahrens | 134 |
| 13.4 | Vorgänge im Gesenk | 136 |
| 13.5 | Kraft- und Arbeitsberechnung | 137 |
| 13.6 | Werkzeuge | 142 |
| 13.7 | Gestaltung von Gesenkschmiedeteilen | 146 |
| 13.8 | Erreichbare Genauigkeiten | 147 |
| 13.9 | Quer- und Reckwalzen zur Qualitätsverbesserung | 147 |
| 13.10 | Beispiel | 149 |
| 13.11 | Testfragen zu Kapitel 13 | 151 |
| 14 | Tiefziehen | 153 |
| 14.1 | Definition | 153 |
| 14.2 | Anwendung des Verfahrens | 153 |
| 14.3 | Umformvorgang und Spannungsverteilung | 154 |
| 14.4 | Ausgangsrohling | 155 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 14.5 | Zulässige Formänderung | 162 |
| 14.6 | Zugabstufung | 164 |
| 14.7 | Berechnung der Ziehkraft | 166 |
| 14.8 | Niederhalterkraft | 167 |
| 14.9 | Zieharbeit | 168 |
| 14.10 | Ziehwerkzeuge | 170 |
| 14.11 | Erreichbare Genauigkeiten | 179 |
| 14.12 | Tiefziehfehler | 180 |
| 14.13 | Beispiel | 182 |
| 14.14 | Hydromechanisches Tiefziehen (Hydro-Mec-Ziehverfahren) | 185 |
| 14.15 | Außenhochdruckformen (AHU) | 187 |
| 14.16 | Innenhochdruckumformen | 192 |
| 14.17 | Warmumformung beim Tiefziehen | 198 |
| 14.18 | Testfragen zu Kapitel 14 | 205 |
| 15 | Ziehen ohne Niederhalter, Drücken und inkrementale Blechumformung | 206 |
| 15.1 | Ziehen ohne Niederhalter | 206 |
| 15.2 | Drücken | 207 |
| 15.3 | Testfragen | 213 |
| 15.4 | Inkrementelle Blechumformung | 214 |
| 16 | Biegen | 224 |
| 16.1 | Definition | 224 |
| 16.2 | Anwendung des Verfahrens | 224 |
| 16.3 | Biegeverfahren | 224 |
| 16.4 | Grenzen der Biegeumformung | 225 |
| 16.5 | Rückfederung | 227 |
| 16.6 | Ermittlung der Zuschnittslänge | 228 |
| 16.7 | Biegekraft | 229 |
| 16.8 | Biegearbeit | 235 |
| 16.9 | Biegewerkzeuge | 236 |
| 16.10 | Biegefehler | 238 |
| 16.11 | Beispiel | 238 |
| 16.12 | Biegemaschinen | 239 |
| 16.13 | Testfragen zu Kapitel 16 | 245 |
| 17 | Hohlprägen | 246 |
| 17.1 | Definition | 246 |
| 17.2 | Anwendung des Verfahrens | 246 |
| 17.3 | Kraft- und Arbeitsberechnung | 247 |
| 17.4 | Werkzeuge zum Hohlprägen | 250 |
| 17.5 | Prägefehler | 251 |
| 17.6 | Beispiel | 251 |
| 17.7 | Testfragen zu Kapitel 17 | 251 |
| 18 | Schneiden (Zerteilen) | 252 |
| 18.1 | Definition | 252 |
| 18.2 | Ablauf des Schneidvorganges | 252 |
| 18.3 | Unterteilung der Schneidverfahren nach DIN 8588 | 253 |
| 18.4 | Zulässige Formänderung | 254 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| 18.5 | Kraft- und Arbeitsberechnung | 254 |
| 18.6 | Resultierende Wirkungslinie (Linienschwerpunkt) | 256 |
| 18.7 | Schneidspalt | 259 |
| 18.8 | Steg- und Randbreiten | 261 |
| 18.9 | Erreichbare Genauigkeiten | 262 |
| 18.10 | Schneidwerkzeuge | 263 |
| 18.11 | Beispiel | 272 |
| 18.12 | Testfragen zu Kapitel 18 | 274 |
| 19 | Feinschneiden (Genauscheiden) | 275 |
| 19.1 | Definition | 275 |
| 19.2 | Einsatzgebiete | 275 |
| 19.3 | Ablauf des Schneidvorganges | 275 |
| 19.4 | Aufbau des Feinstanzwerkzeuges | 276 |
| 19.5 | Schneidspalt | 276 |
| 19.6 | Kräfte beim Feinschneiden | 277 |
| 19.7 | Feinschneidpressen | 278 |
| 19.8 | Laserschneidmaschinen | 280 |
| 19.9 | Testfragen zu Kapitel 19 | 282 |
| 20 | Fügen durch Umformen | 283 |
| 20.1 | Clinchen | 283 |
| 20.2 | Vollstanznieten | 288 |
| 20.3 | Halbhohlstanznieten | 291 |
| Teil II: | Pressmaschinen | 295 |
| 21 | Unterteilung der Pressmaschinen | 296 |
| 21.1 | Arbeitgebundene Maschinen | 296 |
| 21.2 | Weggebundene Maschinen | 296 |
| 21.3 | Kraftgebundene Maschinen | 297 |
| 21.4 | Testfrage zu Kapitel 21 | 297 |
| 22 | Hämmer | 298 |
| 22.1 | Ständer und Gestelle | 298 |
| 22.2 | Unterteilung der Hämmer | 298 |
| 22.3 | Konstruktiver Aufbau | 300 |
| 22.4 | Automatisches Hammerschmieden | 307 |
| 22.5 | Einsatzgebiete der Hämmer | 309 |
| 22.6 | Beispiel | 309 |
| 22.7 | Testfragen zu Kapitel 22 | 310 |
| 23 | Spindelpressen | 311 |
| 23.1 | Konstruktive Ausführungsformen | 311 |
| 23.2 | Wirkungsweise der einzelnen Bauformen | 312 |
| 23.3 | Berechnung der Kenngrößen für Spindelpressen | 323 |
| 23.4 | Vorteile der Spindelpressen | 327 |
| 23.5 | Typische Einsatzgebiete der Spindelpressen | 327 |
| 23.6 | Beispiele | 328 |
| 23.7 | Testfragen zu Kapitel 23 | 330 |

| | |
|--|-----|
| 24 Exzenter- und Kurbelpressen | 331 |
| 24.1 Unterteilung dieser Pressen | 331 |
| 24.2 Gestellwerkstoffe | 334 |
| 24.3 Körperfederung und Federungsarbeit | 335 |
| 24.4 Antriebe der Exzenter- und Kurbelpressen | 336 |
| 24.5 Berechnung der Kenngrößen | 342 |
| 24.6 Beispiel | 346 |
| 24.7 Einsatz der Exzenter- und Kurbelpressen | 348 |
| 24.8 Testfragen zu Kapitel 24 | 348 |
| 25 Kniehebelpressen | 349 |
| 25.1 Kniehebelpressen mit Einpunktantrieb | 349 |
| 25.2 Kniehebelpressen mit modifiziertem Kniehebelantrieb | 350 |
| 25.3 Liegende Kniehebelpressen | 353 |
| 25.4 Testfragen zu Kapitel 25 | 353 |
| 26 Hydraulische Pressen | 354 |
| 26.1 Antrieb der hydraulischen Pressen | 354 |
| 26.2 Beispiel | 356 |
| 26.3 Vorteile der hydraulischen Pressen | 357 |
| 26.4 Praktischer Einsatz der hydraulischen Pressen | 357 |
| 26.5 Testfragen zu Kapitel 26 | 361 |
| 27 Sonderpressen | 362 |
| 27.1 Stufenziehpressen | 362 |
| 27.2 Mehrstufenpressen für die Massivumformung | 368 |
| 27.3 Stanzautomaten | 376 |
| 27.4 Testfragen zu Kapitel 27 | 381 |
| 28 Werkstück- bzw. Werkstoffzuführungssysteme | 382 |
| 28.1 Zuführeinrichtungen für den Stanzereibetrieb | 382 |
| 28.2 Transporteinrichtungen in Stufenziehpressen | 383 |
| 28.3 Transporteinrichtungen für Mehrstufenpressen für die Massivumformung | 384 |
| 28.4 Zuführeinrichtungen für die Zuführung von Ronden und Platinen beim Tubenspritzen (Rückwärtsfließpressen) | 385 |
| 28.5 Zuführeinrichtungen zur schrittweisen Zuführung von Einzelwerkstücken | 385 |
| 28.6 Zuführeinrichtungen zur Beschickung von Schmiedemaschinen | 386 |
| 28.7 Testfragen zu Kapitel 28 | 386 |
| 29 Weiterentwicklung der Umformmaschinen und der Werkzeugwechselsysteme | 387 |
| 29.1 Flexible Fertigungssysteme in der Umformtechnik | 387 |
| 29.2 Automatische Werkzeugwechselsysteme | 398 |
| Teil III: Technische Tabellen | 403 |
| Literaturverzeichnis | 415 |
| Anhang Werkstoffbezeichnung | 422 |
| Sachwortverzeichnis | 430 |