

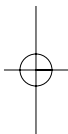
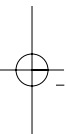
Taschenbuch 2011

Gießerei-Praxis

Herausgegeben
von
Dr. mont. Stephan Hasse



SCHIELE & SCHÖN



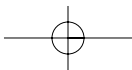
ISBN 978-3-7949-0814-1

ISSN 0082-1772

© 2011 Fachverlag Schiele & Schön GmbH
Markgrafenstr. 11, 10969 Berlin

Satz: Fachverlag Schiele & Schön GmbH
Produktion:

NEUNPLUS1, Verlag + Satzservice GmbH, Berlin



Inhaltsübersicht

Fertigungsverfahren

| | |
|--|----|
| Einteilung der Gießverfahren | 3 |
| Einteilung der Verfahren zur Formherstellung | 4 |
| Einteilung der Verfahren zur Kernherstellung | 5 |
| Einsatzgebiete von Formverfahren auf der Basis tongebundener Formstoffe nach VDG-R 90 | 6 |
| Ziel- und Einflussgrößen der Formherstellung | 7 |
| Verdichtungscharakteristiken ausgewählter Formverfahren | 8 |
| Einfluss- und Zielgrößen der Luftstromverdichtung | 9 |
| Einsatzmöglichkeiten verschiedener tongebundener Formstoffsysteme | 10 |
| Überblick über die wichtigsten Verdichtungsverfahren und Verfahrenskombinationen | 11 |
| Einteilung der Pressformverfahren nach dem Druckbereich | 12 |
| Richtwerte zur Formstoffoptimierung für moderne Verdichtungsformverfahren | 13 |
| Einteilung der kaltselbsthärtenden Verfahren (nach dem verwendeten Bindersystem) | 14 |
| Vor- und Nachteile der Kaltharzverfahren | 15 |
| Verfahrensvergleich unterschiedlicher Bindersysteme | 16 |
| Technisch-technologische Bewertung der kaltselbsthärtenden Formverfahren | 17 |
| Übersicht über die Formstoffzusammensetzung und die wichtigsten technologischen Merkmale der Gashärte-Cold-Box-Verfahren | 18 |
| Kern- und Gussherstellung nach dem INOTEC-Verfahren | 20 |
| Vergleich von Natur-, exothermen und Mini-Speisern | 24 |
| Anwendungstechnik von Speisern mit Federdorn und starrer Aufformdorn | 25 |
| Brech-Kanten-Speiser (BKS)-Prinzip | 26 |
| Fehlermerkmale und Einflussgrößen bei Aluminium- Druckgusslegierungen: Oberflächenfehler und Fehler bei den mechanischen Eigenschaften | 27 |
| Fehlermerkmale und Einflussgrößen bei Aluminium-Druckgusslegierungen: Gestaltfehler und innere Fehler | 28 |
| Zusammenhang zwischen Fehlermerkmalen und verschiedenen Einflussgrößen beim Warmkammergießen von Magnesium | 29 |
| Gegenüberstellung der Verfahrenscharakteristika von Warm- und Kaltkammerdruckguss | 31 |
| Minimale Strömungsgeschwindigkeit im Anschnitt für reine Metalle in Abhängigkeit von der Anschnittdicke | 32 |

| | |
|--|----|
| Maximale Strömungsgeschwindigkeit im Anschnitt für reine Metalle in | |
| Abhängigkeit vom Druck auf das flüssige Metall in der Gießkammer | 32 |
| Wahlbereich des Gießkammerdurchmessers d_0 in Abhängigkeit von der | |
| Nennformschließkraft Q | 33 |
| Abhängigkeit der maximalen Gussstückmasse aus einer Aluminium- | |
| legierung von der Nennformschließkraft | 34 |
| Abhängigkeit des Verhältnisses $f + 1/V$ vom Durchmesser Verhältnis | |
| d_{0max}/d_0 der Gießkammer und vom Nachdruck | 35 |
| Rautiefe Rz in μm für Oberfläche des Formhohlraums aus einem | |
| Warmarbeitsstahl X30WCrV8-2 (1.2581) | 36 |
| Erstarrungskonstanten für Platten aus Magnesiumlegierungen | |
| bei 650 °C Gießtemperatur | 37 |
| Erstarrungskonstanten- und Wanddickenverhältnisse von Platten, | |
| bei denen eine Dichtespeisung möglich ist | 37 |
| Minimale, maximale und mittlere Dichte von Druckgusslegierungen ohne | |
| und mit Porosität bei 20 °C | 38 |
| Glüh- und Entformungstemperaturen, bei denen keine Blasen entstehen | 39 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Aluminiumlegierungen | 40 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Magnesiumlegierungen | 41 |
| Physikalische Eigenschaften von Druckgusslegierungen und | |
| Formtemperaturen | 42 |
| Auswirkungen von zu hohen oder zu niedrigen Formtemperaturen | |
| auf den Druckgießprozess und die Teilequalität | 43 |
| Formenstandzeit als Funktion der mittleren Formwand- und | |
| Formtemperatur (Mediumtemperatur) | 44 |
| Zusammensetzung der unterschiedlichen Formenstähle und | |
| ihre wesentlichen Eigenschaften bezüglich der Formenstandzeit | 45 |
| Qualitativer Vergleich einiger wichtiger Eigenschaften von Formenstählen | 46 |
| Einfluss der Sprühzeit auf das Rissbildungsverhalten | 47 |
| Einfluss des Sprühdruks auf das Rissbildungsverhalten | 48 |
| Einfluss der Zykluszeit auf das Rissbildungsverhalten | 49 |
| Thermophysikalische Eigenschaften der Werkzeugstähle H11 und H13 | |
| im Vergleich zur Eigenschaftsbandbreite von Warmarbeitsstählen | |
| und der neu entwickelten Sorte HCS-130 Bei Raumtemperatur und 400°C | 50 |
| Mechanische Eigenschaften der Werkzeugstähle H11 und H13 im Vergleich | |
| zu typischen Warmarbeitsstählen und der neu entwickelten Sorte HCS-130 | |
| bei den angegebenen Temperaturen | 51 |
| Wärmeleitfähigkeit verschiedener Warmarbeitsstähle bei Raumtemperatur | |
| im Vergleich zur neu entwickelten Stahlsorte HCS-130 | 52 |
| Temperaturverteilung in verschiedenen Entfernungen von der Formgraur | |
| während eines Gießzyklus beim Gießen von Platten mit den Maßen | |
| 200x75x20 mm aus einer Druckgusslegierung GD-AlSi9Cu3 | 53 |
| Verlauf der Oberflächentemperatur im Formhohlraum | |
| bei einem Gießzyklus | 54 |

| | |
|--|----|
| Temperaturverteilungen in verschiedenen Entfernungen von der Formgravuroberfläche während des Formtrennstoffsprühens | 55 |
| Die wichtigsten Verschleißmechanismen an Druckguss-Formstählen | 56 |
| Der Erodierprozess als Verursacher von frühzeitigen Schäden an Druckgießformen | 57 |
| Natürliche thermische Eigenschaften der verschiedenen Formmaterialien .. | 58 |
| Kombination von natürlichen thermischen Eigenschaften als Parameter für Wärmetransportberechnungen | 58 |
| Die kombinierten Wärmetransportparameter im Verhältnis zu den thermophysikalischen Daten des Stahls H 13 | 58 |
| Übersicht genormter Auswerferstifte und -hülsen | 59 |
| Beschichtungen von Kernstiften beim Druckgießen von Aluminium: Versuchsergebnisse über Standzeiten und relative Kosten | 60 |
| Handelsübliche Beschichtungsverfahren | 61 |
| Eigenschaften der Beschichtungen | 62 |
| Fehler nach optischer Untersuchung an Querschliffen der Proben | 63 |
| Ergebnisse von Laborversuchen | 64 |
| Berechnete N - und praktische N_p -Standzeitwerte für einen Formeinsatz in Abhängigkeit von Werkstoff, Druckgusslegierung, Beschichtung und den Temperaturen T_F und t_w | 65 |
| Gießzeit für eine Magnesiumlegierung EN-MCMgAl9Zn1 bei einer Formtemperatur von 200 °C in Abhängigkeit von der mittleren Gussstückwanddicke und der Strömungsgeschwindigkeit des flüssigen Metalls im Formhohlraum | 66 |
| Gasgemischwerte für das N_2/SF_6 -System | 66 |
| Verwendete Abdecksalze und Flussmittel beim Schmelzen von Magnesium-Legierungen | 67 |
| Schutzzugaben zur Verhinderung von Reaktionen | 67 |
| Mechanische Kennwerte der Legierung MgAl9Zn1 im Thixo-, Druck- und Kokillenguss | 68 |
| Gießverfahren für Aluminiumbauteile in der Automobilindustrie | 69 |
| VACURAL-Technologie | 70 |
| Funktionsprinzip der VACURAL-Technologie | 71 |
| VACURAL-Ofen | 72 |
| VACURAL-Technologie im Vergleich | 73 |
| Vakuum-Gießprozess – Verfahrensablauf | 74 |
| Verfahrensablauf in Stufen | 75 |
| Vacu ² | 76 |
| Mehrstufen-Vakuumverfahren Vacu ² | 77 |
| Squeeze Casting – Verfahrensablauf | 79 |
| Verfahrensablauf in Stufen | 80 |
| Semi-Solid Metal Casting – Verfahrensablauf | 81 |
| Verfahrensablauf in Stufen | 82 |

| | |
|--|-----|
| Fließschema für New Rheocasting an einer horizontalen | |
| Druckgießmaschine | 83 |
| Mahle RMD-Gießprozess zur Herstellung faserverstärkter Kolben | 84 |
| Gießverfahren zur Herstellung von keramikfaserverstärktem Aluminium | 85 |
| Prinzip einer Niederdruck-Gießmaschine | 86 |
| Auswirkungen von zu hohen oder zu niedrigen Formtemperaturen auf den Druckgießprozess und die Teilequalität | 87 |
| Aufgaben der Formtemperierung: Aufheizen der Form auf Betriebstemperatur und Halten der Form auf Betriebstemperatur durch Regelung | 88 |
| Checkliste für den Kokillen-Konstrukteur | 89 |
| Erstarrungsmorphologie von Aluminiumlegierungen bei Kokillenguss und Sandguss | 95 |
| Aktuelle Stähle für Druckgussformen und deren Eigenschaftsprofil | 96 |
| Zusammensetzung, Eigenschaften und Wärmebehandlung von Warmarbeitsstählen | 97 |
| Warmstreckgrenzen | 97 |
| Wärmebehandlung | 97 |
| Kokillenwerkstoffe aus Gusseisen | 98 |
| Oberflächenbehandlungsverfahren von Kokillen | 99 |
| Anhaltswerte für die Kokillenhaltbarkeit beim Gießen von Aluminium, in Anzahl der Abgüsse | 99 |
| Einhaltbare Toleranzen für Aluminium-Kokillenguss (in mm) | 100 |
| Maßgenauigkeit und Oberflächengüte verschiedener Form- und Gießverfahren für Aluminiumlegierungen | 101 |
| Einhaltbare Toleranzen | 102 |
| Maßgenauigkeit und Oberflächengüte von Rohgussteilen für verschiedene Gießverfahren | 105 |
| Einflussparameter und Komponenten der Vollformherstellung | 106 |
| Einflussfaktoren auf die Formfüllung | 107 |

Modellbau

| | |
|--|-----|
| Einteilung der Modelle und Kernkästen | 111 |
| Formtechnik für verlorene Formen | 112 |
| Geometriemodelle | 113 |
| CAD-CAE-CAM-Schema Gießerei | 114 |
| Ablaufübersicht bei der Herstellung von Großmodellen | 114 |
| Güteklassen für Holzmodelle nach EN 12890 | 115 |
| Güteklassen für Metallmodelle nach EN 12890 | 117 |
| Güteklassen für Kunststoffmodelle nach EN 12890 | 118 |
| Güteklassen für Schaumstoffmodelle nach EN 12890 | 119 |
| Übersicht über die neuen Europäischen Normen für den Modellbau | 120 |

| | |
|---|-----|
| Übersicht über die Europäischen Normen für Gießerei-Produktions- einrichtungen | 121 |
| Gegenüberstellung der Toleranzen bei den verschiedenen Güteklassen | 122 |
| Begriffe nach Normblatt EN 12890 (Auswahl) | 123 |
| Vereinbarungen nach EN 12890 (Auszug) | 124 |
| Genormte Werkstoffe | 125 |
| Formschrägen an Modellen nach EN 12890 | 126 |
| Anstrich und Farbkennzeichnung der Modelle nach EN 12890 | 127 |
| Symbole für die Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in Zeichnungen nach DIN ISO 1302 | 128 |
| Schwindmaße | 129 |
| Betriebliche Erfahrungswerte für das Schwindmaß von Stahlgussstücken unterschiedlicher Größe | 130 |
| Belastung der Modelloberfläche durch Formstoffbindemittel | 131 |
| Formblockverfahren: Richtwerte für Mindestabstände des Modells von den Begrenzungsflächen Sandballen | 132 |
| Formblockverfahren: Anhaltswerte der Plattenhaltbarkeit | 132 |
| Anhaltswerte für die Bearbeitungszugabe bei Gusseisenwerkstoffen | 133 |
| Verwendete Werkstoffe im Modellbau | 134 |
| Technische Anforderungen an Polystyrol-Schaumstoffe | 136 |
| Feinguss-Oberflächenbeschaffenheit nach DIN ISO 1302 | 137 |
| Toleranzen für Geradheit, Ebenheit, Parallelität sowie Linien- und Flächenform beim Feinguss | 138 |
| Toleranzen für Winkelmaße, Rechtwinkligkeit und Neigung beim Feinguss | 138 |
| Ausbeschrägen für Druckguss (Richtwerte) | 139 |
| Richtwerte für eingegossene Bohrungen (Minimalwerte) | 139 |

Formstoffe, Formstoffzusätze, Formhilfsstoffe

| | |
|---|-----|
| Eigenschaftsmerkmale zur gießereitechnologischen Bewertung von Formgrundstoffen | 143 |
| Chemische Zusammensetzung unterschiedlicher Formgrundstoffe | 144 |
| Übersicht über wichtige Formgrundstoffe (Auswahl) | 145 |
| Wärmeleitfähigkeit verschiedener Formgrundstoffe | 146 |
| Fließvermögen (Auslauflänge) von verschiedenen Formgrundstoffen | 147 |
| Testsand: Merkmale, Anforderungen und Prüfungen | 148 |
| Zusammensetzung von Chromerzen verschiedener Lagerstätten | 149 |
| Chemische Kennwerte von Olivinsanden | 150 |
| Physikalische und chemische Kennwerte von handelsüblichen Zirkonsandsorten | 151 |
| Zusammenhang zwischen Methylenblauadsorption und Montmorillonitgehalt | 152 |
| Zusammenhang zwischen Methylenblauadsorption und Austauschvermögen von verschiedenen Tonen | 152 |

| | |
|---|-----|
| Anforderungen an Bindetone in der Gießereitechnik | 153 |
| Beispiele für Anforderungen an bentonitgebundene Formstoffe | 155 |
| Aufschlussverhalten (Mauken) von Bentoniten | 156 |
| Ermittlung des Aufbereitungsverhaltens von Bentoniten und bentonitgebundenen Formstoffmischungen | 156 |
| Zusammensetzung von Filterstaub | 157 |
| Leitfaden zur Vermeidung von Ausleerproblemen | 158 |
| Einflussfaktoren auf das Auspackverhalten | 159 |
| Ausdehnungsverhalten verschiedener Materialien | 160 |
| Neigung zur Blattrippenbildung verschiedener Kernformstoffe | 161 |
| Einteilung organischer Formstoffbinder | 162 |
| Übersicht der Glanzkohlenstoffbildner | 163 |
| Anwendungstechnischer Vergleich der verschiedenen Glanzkohlenstoffbildner | 164 |
| Konzepte zur Schadstoffreduktion aus bentonitgebundenem Formstoff | 165 |
| Vergleich verschiedener fester Kohlenstoffträger | 166 |
| Bildung von Benzol aus Steinkohle Polystyrol | 167 |
| Technikumsteststand zur Messung der Aromatenemission aus Grünsand | 168 |
| Anwendungsbeispiel für den Einsatz unterschiedlicher GK-Bildner | 169 |
| Verfahren zur Abschätzung des Glanzkohlenstoffbildungsvermögens bentonitgebundener Formstoffe | 170 |
| Füllstoffe von Schichten | 171 |
| Relativer Vergleich verschiedener Auftragstechnologien – Fluten = 100 | 171 |
| Zuordnung der Schlichtegrundstoffe zu den Gusswerkstoffen | 172 |
| Sinterbeginn von Quarzsand in Abhängigkeit des Feldspatgehaltes | 173 |
| Kühlung von Formsanden: | |
| Bedarf an Verdampfungswasser in Abhängigkeit von der Sandtemperatur | 174 |
| Bindungsarten des Wassers in einem Formstoff mit 8 % Bentonitgehalt, 12 % Schlammstoffgehalt, 10 % gebranntem Bentonit und einem gemessenen Wassergehalt von 3,5 % bei 40 % Verdichtbarkeit | 175 |
| Übersicht der Merkmale verschiedener Bindersysteme vom Natursand bis hin zu synthetischen Formstoffen mit auf den Einzelfall abgestimmten Hybridbindern | 176 |
| Schematische Darstellung der Regenerierungstechnologien für Gießereialsand (Sekundärregenerierung) | 177 |
| Anwendbarkeit der verschiedenen Regenerierungssysteme | 178 |
| Regenerierungstechnologien für Monosandsysteme | 179 |
| Regenerierungstechnologien für Mischsandsysteme | 180 |
| Vorgeschlagene Bewertungsmethoden von regenerierten Formstoffen | 181 |
| Regeneratkenndaten in Abhängigkeit der Förderung | 182 |
| Typische Siebanalysen von Regeneraten im Vergleich zu Quarzsand QS 42 | 183 |
| Kenndaten von Altsand und Regenerat nach thermischer Regenerierung | 184 |
| Längenänderungen und Dichten von Formstoffen | 185 |
| Chemische Reaktionen des Wasserglases | 186 |

Schmelzen

| | |
|--|-----|
| Weltgasreserven | 191 |
| Rohölreserven | 191 |
| Weltweite Aluminiumproduktion | 192 |
| Reineisen als Einschmelzmaterial | 193 |
| Schlacke und Staubanfall beim Schmelzen von Eisengusswerkstoffen im Kupolofen | 194 |
| Formlinge: Zusammensetzung und Lieferform | 195 |
| Zusammensetzung von Kupolofenschlacken | 196 |
| Typische Emissionsraten unterschiedlicher Schmelzanlagen | 197 |
| Zusammensetzung typischer Stäube unterschiedlicher Schmelzanlagen .. | 197 |
| Durchschnittliche Zusammensetzung des Kupolofenabgases | 198 |
| Ergebnisse der chemischen Schlackenanalyse (oxidische Schlacke) in Massenprozent | 198 |
| Beispiele von chemischen Zusammensetzungen von Kupolofen- und Induktionsofenstäuben | 199 |
| Typische chemische Zusammensetzungen von Reststoffen aus Produktions- prozessen, in denen Eisen und Stahl erzeugt bzw. verarbeitet werden | 202 |
| Strombedarf von Induktions-Tiegelöfen beim Schmelzen von Gusseisen .. | 203 |
| Anhaltswerte für Gießtemperaturen | 204 |
| Edelmetall-Thermoelemente | 205 |
| Gebräuchlichste Thermopaare | 205 |
| Abkühlkurve eines GJS – mit dem „Zweikammer- Messverfahren“ von OCC | 206 |
| Gießereiroheisen | 207 |
| Hämatitroheisen | 207 |
| Spiegeleisen und Hochofen-Ferrosilicium | 208 |
| Vergleich der Zusammensetzung typischer Stahlsorten in der Automobilindustrie | 209 |
| Stahlschrottsortenliste | 210 |
| Typische Gehalte an Legierungs- und Begleitelementen in Stahlschrott, Roheisen und Direkt-Reduktions-Roheisen | 212 |
| Zusammensetzung einiger am Markt befindlicher Impfmittel | 213 |
| Gehalt an gelöstem Sauerstoff im Induktionsofen vor und nach dem Abstich in die erste Pfanne | 214 |
| Stickstoffgehalte von aufgesticktem Ferromangan und von Aufkohlungsmitteln | 215 |
| Stickstoffgehalte verschiedener Stähle | 215 |
| Analyse von Aufkohlungsmittel | 216 |
| Magnesiumhaltige Vorlegierungen für die Behandlung von Eisenschmelzen nach dem Übergießverfahren | 218 |
| Magnesiumhaltige Vorlegierungen für die Behandlung von Eisenschmelzen nach dem Tauchverfahren | 220 |

| | |
|--|-----|
| Vergleich der Behandlungskosten mit Vorlegierung und verschiedenen Behandlungsdrähten | 221 |
| Hochschmelzende Oxide als Grundlage von Feuerfestmaterialien | 222 |
| Veränderungen der Gasatmosphäre (SO ₂ , O ₂) oberhalb einer Magnesiumschmelze während eines Stoffsbrandes | 223 |
| Veränderungen der Gasatmosphäre (SO ₂ , O ₂) oberhalb einer Magnesiumschmelze bei Beschickung mit Angüssen und Masseln | 224 |
| Überblick über die zu erwartenden nichtmetallischen Einschlüsse, die es beim Recycling zu entfernen gilt | 225 |
| Feste Verunreinigungen in Aluminiumschmelzen | 227 |
| Gelöste Verunreinigungen in Aluminiumschmelzen | 228 |
| Vakuumentgasung von Al-Gusslegierungen | 230 |
| Natriumzugaben zur Veredelung von Al-Si-Legierungen | 230 |
| Experimentelle Resultate nach einer Behandlung | 231 |
| Mechanische Eigenschaften als Funktion der Schmelzbehandlung Gusszustand | 232 |
| Übliche Schmelz- und Raffiniersalze | 233 |
| Mechanische Eigenschaften als Funktion der Schmelzbehandlung nach T7-Wärmebehandlung | 234 |
| Beheizungsarten von Schmelz- und Warmhalteöfen in Al-Gießereien | 235 |
| Schmelzeffizienz von verschiedenen Schmelzverfahren für Aluminiumschmelzen | 235 |
| Energieverbrauch von Schmelz- und Warmhalteöfen für Al-Guss | 236 |
| Aluminiumhaltige Einsatzmaterialien für Schmelzwerke | 237 |
| Ofentypen in Schmelzwerken | 239 |

Werkstoffe

| | |
|---|-----|
| <i>Eisen-Kohlenstoff-Werkstoffe, NE-Werkstoffe, Aluminiumguss, Magnesiumguss, Kupfergusswerkstoffe und -gusslegierungen, Nickel- Gusslegierungen, niedrigschmelzende Buntmetall-Legierungen (Zink, Blei, Zinn), Sondergusswerkstoffe (Kobalt-, Titan- Gusslegierungen), Verbundwerkstoffe, Nickelbasislegierungen</i> Normen und Merkblätter für Gusseisen mit Lamellengraphit | 243 |
| Vereinfachtes Gleichgewichtsdiagramm Eisen-Kohlenstoff, in dem die Senkung der Kohlenstofflöslichkeit bei der Abkühlung des Austenits nach der Erstarrung und während der eutektoiden Umwandlung des Austenits zu Ferrit ersichtlich ist | 245 |
| Wirkung von Legierungselementen bei Gusseisen mit Lamellengraphit | 246 |
| Eigenschaftsvergleich zwischen GJV und GJL bzw. GJS | 247 |

| | |
|--|-----|
| Schwingfestigkeitswerte an Proben aus der Schottwand von GJL-Motorblöcken, dargestellt im Hauptnormalspannungs-Koordinatensystem, gegenüber den Aussagen herkömmlicher Festigkeitshypothesen und Kennwert-Empfehlungen | 248 |
| Experimentelle Festigkeitsverhältnisse τ_W/σ_W bei zyklischer Belastung im Vergleich zu Kennwert-Empfehlungen und herkömmlichen Festigkeitshypothesen | 249 |
| Festigkeitsverhältnisse τ_B/R_m für quasi-statische Belastung im Bezug zur Normalspannungshypothese NH und normativen Angaben (DIN EN 1561:1997) | 250 |
| Schwingfestigkeit σ_A von GJL-250 für diskrete Spannungsverhältnisse $R = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$ | 251 |
| Schwingfestigkeit σ_A von GJL-250 an Proben mit Gusshaut und Rauheitsfaktor $K_{R,\sigma}$ | 252 |
| Mittelspannungseinfluss auf die Festigkeitsamplitude σ_A im Haigh-Diagramm | 253 |
| Beschreibung der Mittelspannungsempfindlichkeit von GJL im Haigh-Diagramm | 254 |
| Kennwert-Korrelation zur näherungsweise Bestimmung der Zug- bzw. Druckschwellfestigkeit aus der Wechselfestigkeit und umgekehrt | 255 |
| Kennwertfunktion zwischen Zugdruckwechselfestigkeit σ_{zdW} und Zugfestigkeit R_m | 256 |
| Globale Versagensgrenze bei mehrachsiger Beanspruchung von Gusseisen mit Lamellengraphit durch Kombination aus rein wechselnder synchroner Axial- und Torsionsbelastung im Vergleich zu Versuchsergebnissen | 257 |
| Kennwertfunktion für Umlauf- und Plan-Biegewechselfestigkeit σ_{bW} und Zugfestigkeit R_m | 258 |
| Kennwertfunktion zwischen Torsionswechselfestigkeit τ_W und Zugfestigkeit R_m | 258 |
| Thermische und mechanische Belastung eines Zylinderkurbelgehäuses | 259 |
| Normen und Merkblätter für Gusseisen mit Kugelgraphit (1) | 260 |
| Normen und Merkblätter für Gusseisen mit Kugelgraphit (2) | 262 |
| Gefüge, Mischungs-Mikrohärte (MMH) der Grundmasse und Dauerfestigkeit von Gusseisen mit Kugelgraphit | 263 |
| Chemische Zusammensetzung der untersuchten Eisen | 263 |
| Anhaltswerte der chemischen Zusammensetzung und der Eigenschaften von GJS-SiMo bei Raumtemperatur | 263 |
| Wirkung von Legierungselementen bei Gusseisen mit Kugelgraphit | 264 |
| Kombinierter Einfluss von Mangan und Kupfer auf Festigkeitseigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit | 265 |
| Einfluss von Chrom auf die mechanischen Eigenschaften im Gusszustand und nach Normalisierung | 266 |
| Einfluss von Molybdän auf die Festigkeitseigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit im Gusszustand | 267 |

| | |
|---|-----|
| Einfluss von Kupfer und Nickel auf die mechanischen Eigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit im Gusszustand bei unterschiedlichen Wanddicken | 268 |
| Mögliche Herkunft der wichtigsten Spurenelemente bei Gusseisen mit Kugelgraphit | 269 |
| Auswirkung von Chunkygraphit auf die mechanischen Eigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit | 270 |
| Chemische Zusammensetzung von Dross aus EDX-Analysen | 271 |
| Empfohlene Maximalkonzentrationen einiger seigernder, interzellulärer Karbidbildner | 272 |
| Störschwellen von Spurenelementen nach verschiedenen Schrifttumsangaben | 273 |
| Mechanische Eigenschaften, Legierungsgehalte und Wärmebehandlung von niedriglegierten Gusseisen mit Kugelgraphit | 274 |
| Eigenschaften der Proben für die Biegewechselprüfung, Gusseisen mit Kugelgraphit | 275 |
| Für die Schwingfestigkeit als schädlich genannte Merkmale der Gusshaut | 277 |
| Spezifische Festigkeit für verschiedene Konstruktionswerkstoffe | 278 |
| Verschleißverhalten von Grauguss und Gusseisen mit Kugelgraphit bei rollender Beanspruchung in Abhängigkeit von der Härte | 279 |
| Ergebnisse von Zunderversuchen mit verschiedenen Gusseisen mit Kugelgraphit und hitzebeständigem Edelstahlguss mit verschiedenen Siliciumgehalten | 280 |
| Verzunderung von Gusseisen mit Kugel- und Lamellengraphit zwischen 400 und 500 °C | 281 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Gusseisen | 282 |
| Wärmeleitfähigkeitswerte von verschiedenen unlegierten Gusseisensorten mit Kugelgraphit nach verschiedenen Schrifttumsangaben | 283 |
| Thermische Längenausdehnungskoeffizienten von unlegierten Gusseisensorten mit Kugelgraphit nach verschiedenen Schrifttumsangaben | 284 |
| Schmelzschweißen von Gusseisen mit Kugelgraphit mit artgleichen und artfremden Zusatzwerkstoffen | 285 |
| Mechanische Eigenschaften von Stumpfnähten an Gusseisen mit Kugelgraphit, Lichtbogenschweißungen mit NiFe-Elektroden | 287 |
| Wärmebehandlung von Gusseisen: | |
| Carbidzerfallsglühen | 288 |
| Ferritisieren | 288 |
| Weichglühen | 289 |
| Normalglühen | 289 |
| Spannungsarmglühen | 290 |
| Vergüten | 290 |
| Bainitisches Gusseisen nach DIN EN 1564 (August 1997), mechanische Eigenschaften, gemessen an getrennt gegossenen Probestücken | 291 |

| | |
|---|-----|
| Härtebereiche und Kerbschlagarbeit von bainitischem Gusseisen nach DIN EN 1564, Anhang A und C (informativ) | 291 |
| ADI (Bainitisches Gusseisen mit Kugelgraphit) nach ASTM A 897 sowie nach VDG-Merkblatt W 52 (1987) | 292 |
| Anhaltswerte der mechanischen und physikalischen Eigenschaften von ADI (Bainitisches Gusseisen mit Kugelgraphit) | 293 |
| Mechanische Eigenschaften von EN-GJS 1000-5 in Abhängigkeit von der Wanddicke | 294 |
| Eigenschaften von legiertem, zwischenstufenvergüteten Gusseisen mit Kugelgraphit | 295 |
| Chemische Zusammensetzung und Austenitisierungstemperaturen von legierten Gusseisen mit Kugelgraphit | 299 |
| Härte, Kerbschlagarbeit und Restaustenitgehalt von Proben mit folgender Richtanalyse | 300 |
| Dauerfestigkeitsverhältnis von EN-GJS 1000-5 in Abhängigkeit von der Wanddicke | 301 |
| Bruchzähigkeit von zwischenstufenvergütetem Gusseisen mit Kugelgraphit bei unterschiedlichen Temperaturen | 301 |
| Härtbarkeit beim Bainitisieren von Gusseisen mit Kugelgraphit in Salzbadern | 302 |
| Temperaturführung während der Wärmebehandlung von ADI | 303 |
| Ausgewählte mechanische und physikalische Eigenschaften von Gusseisen mit Vermiculargraphit | 304 |
| Eigenschaftsvergleich (Mindestwerte) zwischen GJL-250, GJV-500 und GJS 700 bei einem Erstarrungsmodul $M = 0,75$ cm (Wanddicke 15 mm) | 305 |
| Anhaltswerte für Legierungselemente zum perlitfreien Durchhärten von GJS | 306 |
| Mechanische und physikalische Eigenschaften von Gusseisen mit Vermiculargraphit | 307 |
| Einfluss von Nickel auf die mechanischen Eigenschaften von GJV (25 mm Wanddicke) | 308 |
| Schwingverhalten der Werkstoffe GJL und GJV | 309 |
| Zugfestigkeit und 0,2 %-Dehngrenze von Gusseisen mit Vermiculargraphit GJV-400 und GJV-500 in Abhängigkeit von der Temperatur | 310 |
| Eigenschaften von GJV bei einem Kugelgraphitanteil von 10 bis 30 % | 311 |
| Eigenschaftsvergleich (Mindestwerte) zwischen GJL-250, GJV-500 und GJS-700 bei einem Erstarrungsmodul $M = 0,75$ cm (Wanddicke 15 mm) | 312 |
| Vergleich der Gewichtssenkung bei Zylinderblöcken für Reihen- und V-Motoren aus Gusseisen mit Vermiculargraphit und Gusseisen mit Lamellengraphit | 313 |
| Zusammenhang zwischen gebundenem Kohlenstoff und Mikrohärt des Perlits im Gusseisen (3,7 % C, 2 % Si, 0,4 % Mn, 1 % Cu) | 314 |
| Wärmeleitfähigkeit von Gusseisen mit Vermiculargraphit in Abhängigkeit von der Temperatur | 314 |

| | |
|---|-----|
| Mechanische Eigenschaften von austenitischen Gusseisen – Normalsorten | 315 |
| Mechanische Eigenschaften von austenitischen Gusseisen – Sondersorten | 316 |
| Eigenschaften und Anwendungen der austenitischen Gusseisensorten nach EN 13835, 2002 | 317 |
| Chemische Zusammensetzung der für Auspuffkrümmer und Turboladergehäuse wichtigen Sorten von austenitischen Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 13835, die entsprechenden Sorten nach DIN 1694 sowie die Handelsnamen | 320 |
| Chemische Zusammensetzung von SiMo1000 (in Gewichts-%) | 321 |
| Eigenschaften von SiMo1000; Werte bei 20 °C/800 °C | 321 |
| Einteilung der wichtigsten verschleißbeständigen weißen Gusseisenwerkstoffe | 322 |
| Kurzbezeichnungen von verschleißbeständigen Gusseisensorten in Europa sowie im In- und Ausland | 323 |
| Anhaltswerte für die mechanischen Eigenschaften der ledeburitisch-martensitischen weißen Gusseisen | 324 |
| Anhaltswerte für die physikalischen Eigenschaften der martensitischen weißen Gusseisen Ni-Hard 1 und 2 (G-X 330/260 NiCr 4 2) | 324 |
| Anhaltswerte der Nickel- und Chromgehalte für Ni-Hard 1 und 2 in Abhängigkeit von der Wanddicke bei Sand- und Kokillenguss | 325 |
| Verschleißbeständige carbidische Gusseisen nach DIN EN 12513 Vickershärte und chemische Zusammensetzung | 326 |
| Chromnickel-Gusseisensorten | 326 |
| Verschleißbeständige carbidische Gusseisen nach DIN EN 12513 Chemische Zusammensetzung und Vickershärte der Sorten mit hohem Chromgehalt | 327 |
| Mechanische Eigenschaften von entkohlend geglühtem Temperguss nach DIN EN 1562 (August 1997) | 328 |
| Mechanische Eigenschaften von nichtentkohlend geglühtem Temperguss nach DIN EN 1562 (August 1997) | 329 |
| Härte der Gefügebestandteile von Eisengusswerkstoffen | 330 |
| Übersicht über die Europäischen Normen zur Bezeichnungsweise von Nichteisenmetallen | 331 |
| Legierungen für allgemeine Verwendung: Sand- und Kokillenguss | 332 |
| Legierungen mit besonderen mechanischen Eigenschaften: Sand-, Kokillen- und Feinguss | 334 |
| Legierungen für besondere Verwendungen: Sand-, Kokillen- und Feinguss | 337 |
| Mechanische Eigenschaften der Aluminiumgusslegierungen nach EN 1706 – Sandguss | 338 |
| Mechanische Eigenschaften der Aluminiumgusslegierungen nach EN 1706 – Kokillenguss | 339 |

| | |
|---|-----|
| Vergleich der mechanischen Eigenschaften von getrennt gegossenen Kokillenguss-Probestäbchen | 340 |
| Berechnung der Warmrisszahl (WRZ) und Definition der Warmrissempfindlichkeit (WRE) | 341 |
| Möglichkeiten zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften von Aluminiumlegierungen durch Wärmebehandlung | 342 |
| Chemische Zusammensetzung nach EN 1706 der Legierung Al Si12CuNiMg bzw. Angaben der Legierungshersteller für Al Si17Cu4Mg und Al Si18CuNiMg | 343 |
| Vergleich der Gießcharakteristika und weiterer Eigenschaften von Gussteilen | 344 |
| Wärmebehandlungsparameter nach Literaturangaben von Sand- oder Kokillengussteilen | 345 |
| Physikalische Eigenschaften und Verarbeitungs-Richtwerte nach Literaturangaben | 346 |
| Beschreibung der Legierungsvarianten | 347 |
| Chemische Zusammensetzung der drei Legierungsvarianten A, B und C ... | 348 |
| Verlauf der 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ während der Kaltauslagerung der Legierungsvarianten A, B und C | 349 |
| Verlauf der Brinellhärte während der Kaltauslagerung der Legierungsvarianten A, B und C | 350 |
| Verlauf der Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen während der Kalttauslagerung der Legierungsvarianten A, B und C | 351 |
| Vergleich der mechanischen Eigenschaften von getrennt gegossenen Kokillenguss-Probestäben aus Al Si12CuNiMg, Al Si17Cu4Mg und Al Si18CuNiMg | 352 |
| Al Si12CuNiMg, Beispiel für gröbere Phasen an den Korngrenzen | 353 |
| Beschreibung der einzelnen Gefügephasen der Legierung Al Si12CuNiMg in Abhängigkeit der Erstarrungskinetik | 354 |
| Mechanische Eigenschaften als Funktion der Schmelzebehandlung – Gusszustand | 355 |
| Mechanische Eigenschaften als Funktion der Schmelzebehandlung – nach T7-Wärmebehandlung | 355 |
| Intermetallische Phasen im System Al-Mg | 356 |
| Zusammensetzung und Mikrohärte intermetallischer Phasen | 357 |
| Liste der möglichen Phasen in Al-Si-Cu-Ni-Mg-Fe-Legierungen | 358 |
| Der Einfluss der IMP auf die Alterung verschiedener Al-Si Systeme | 359 |
| Mikrohärte der verschiedenen Phasen in den untersuchten Legierungen ... | 360 |
| Anhaltswerte für ausgewählte Eigenschaften von Druckgusslegierungen ... | 361 |
| Einfluss der Legierungselemente bei AlMgSi-Druckgusslegierungen | 362 |
| Bedingungen für die Wärmebehandlung zum Aushärten | 363 |
| Möglichkeiten des Aushärtens (Wärmebehandlung von Aluminium, Aluminiumverlag GmbH Düsseldorf 1992) | 365 |
| Vergleich Legierungen mit oder ohne Wärmebehandlung | 366 |

| | |
|--|-----|
| Zuordnungsschema der Zustandsbezeichnungen für aushärtbare Legierungen (nach DIN EN 515) | 367 |
| Beispiele für nach DIN EN 515 gebräuchliche Zustandsbezeichnungen | 367 |
| Zugfestigkeit verstärkter Aluminiumverbundwerkstoffe | 368 |
| Biegewechselfestigkeit von weiteren Gusslegierungen | 371 |
| Mechanische Kennwerte der Legierung AlSi7Mg0,6 im Thixoguss | 371 |
| Festigkeit und Bruchzähigkeitskennwerte der Thixocasting-Legierung AlSi7Mg | 372 |
| Erstarrungsablauf bei Aluminium-Silizium-Legierungen (Al-Si) [9], mögliche Bildungszeitpunkte der eisenhaltigen Phasen Al ₅ FeSi und Al ₁₅ (Fe, Mn) ₃ Si ₂ | 373 |
| Richtreihe für die Einformung der eutektischen Si-Partikel in Abhängigkeit der Lösungsglühdauer | 374 |
| Thermische Analyse einer AlSi7Mg0,3 | 375 |
| Porosität in Gussteilen: Anhaltswerte und Vergleichsbilder für die Flächenporosität | 376 |
| Schematische Darstellung der HIP-Behandlung | 377 |
| Verringerung der Porosität durch HIPen | 378 |
| Erhöhung der Dichte durch das HIPen der Proben | 379 |
| Steigerung der Bruchdehnung durch HIPen | 380 |
| Zugfestigkeit in Abhängigkeit des Werkstoffzustandes Vergleich der Wöhlerkurven (50 % Versagenswahrscheinlichkeit) für gehipte und ungehipte Proben | 382 |
| Zusammenhang zwischen Heißisostatischen Pressen, den mechanischen Eigenschaften und den Gefügeeigenschaften | 383 |
| Beeinflussung von Materialeigenschaften durch Kornfeinungsbehandlung | 384 |
| Richtreihe für den Veredelungsgrad des Eutektikums von Aluminium-Silizium-Legierungen | 385 |
| Gemessener und berechneter Elastizitätsmodul in GPa von Gusslegierungen in Abhängigkeit von der Temperatur | 387 |
| Mittlerer linearer Wärmeausdehnungskoeffizient in 10 ⁻⁶ /K für Reinetalle bei verschiedener Temperatur | 388 |
| Mittlerer linearer Wärmeausdehnungskoeffizient und Schwindung von Legierungen | 389 |
| Thermophysikalische Eigenschaften und Fließlänge ausgewählter Legierungen | 390 |
| Chemische Zusammensetzung der Aluminiumphase berechnet mit Hilfe von PANDAT; Erstarrung im Ungleichgewicht nach Scheil-Gulliver | 391 |
| Dichte von Druckgusslegierungen im festen Zustand bei 20 °C (Index 20) beim Schmelzpunkt im festen Zustand (Index S) und im flüssigen Zustand (Index L), mittlerer linearer Wärmeausdehnungskoeffizient und Schwindung nach der Erstarrung bis 20 °C | 392 |

| | |
|---|-----|
| Absolutwerte der ertragbaren Spannungen bei 5 x 10 ⁶ Schwingspielen von Magnesium- und Aluminiumlegierungen | 394 |
| R p _{0,2} -Dehngrenze der Druckgusslegierung EN AC-Al Si9Cu3(Fe) in Abhängigkeit der Auslagerungszeit bei unterschiedlicher Warmauslagerungstemperatur und GPR-Funktion als Approximation der max. erzielbaren Dehngrenzen | 395 |
| Bruchdehnungen der Druckgusslegierung EN AC-Al Si9Cu3(Fe) in Abhängigkeit der Auslagerungszeit bei unterschiedlicher Warmauslagerungstemperatur | 396 |
| 0,2 %-24 h-Zeitdehngrenze einiger Aluminiumlegierungen im Temperaturbereich von 20 bis 300 °C | 397 |
| Eigenschaften einiger Aluminiumlegierungen bei tiefen Temperaturen | 398 |
| Auslagerungsverhalten der Legierung AlMg5Si2Mn | 399 |
| Elastizitätsmodul in GPa von Druckgusslegierungen in Abhängigkeit von der Temperatur | 400 |
| Einteilung von Nichteisenmetallen nach ihrer Dichte | 402 |
| Chemische Zusammensetzung von Magnesiumlegierungen für Gussstücke nach EN 1753 | 403 |
| Einteilung der Magnesiumschrottklassen | 405 |
| Mechanische Eigenschaften von Sandguss aus Magnesiumlegierungen nach DIN EN 1753 (August 1997) | 406 |
| Mechanische Eigenschaften von Kokillenguss aus Magnesiumlegierungen nach DIN EN 1753 (August 1997) | 407 |
| Legierungstoleranzen einer A226 nach EN AC-46000 | 408 |
| Wärmeinhalt einer A226 Schmelze bei 700 °C und minimal erlaubter Toleranz nach EN AC-46000 | 409 |
| Wärmeinhalt einer AZ91 Schmelze bei 700 °C und minimal und maximal erlaubter Toleranz | 409 |
| Anhaltswerte der mechanischen Eigenschaften von Druckguss aus Magnesiumlegierungen nach DIN EN 1753 (August 1997) | 410 |
| Mechanische Eigenschaften der AZ91-Legierung im Gusszustand | 411 |
| Mechanische Eigenschaften der Mg-Nd-Basis-Legierung im Gusszustand und nach der Wärmebehandlung | 411 |
| Schlagarbeit der Legierung AZ91 und der Mg-Nd-Basis-Legierung | 412 |
| Anhaltswerte der mechanischen Eigenschaften bei Raumtemperatur von Magnesium-Druckgusslegierungen | 413 |
| Übersichtsschema der Materialeigenschaften der unterschiedlichen AZ91D-Druckgussproben und deren Bruchmechanismen | 414 |
| Einfluss der Entfernung der Gushaut (125 m von jeder Oberfläche) auf die mechanischen Eigenschaften von druckgegossenen Flachzugproben .. | 415 |
| Mechanische Eigenschaften von AZ91 und der modifizierten AZ Legierung im Druckguss (GD) und der AZ91 im Kokillenguss (GK) | 416 |
| Dichteverlauf eines Druckgussstabes aus AZ91 im Vergleich zur theoretischen Dichte | 417 |

| | |
|--|-----|
| Wöhlerdiagramm für AZ91 mit statistisch ermittelten Bruchwahrscheinlichkeiten | 417 |
| Allgemein wichtige Eigenschaften der Druckgusswerkstoffe | 418 |
| Spezifische Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C (Index 20), bei Solidustemperatur im festen Zustand (Index S) und im flüssigen Zustand (Index L) sowie Schmelzwärme | 419 |
| Experimentelle Methoden im Labor | 421 |
| Die Gesamtnoten für die Heißbrissneigung der verschiedenen Legierungen im CRC-Test | 422 |
| Kriechwiderstand und Korrosionseigenschaften von Druckgusslegierungen bei erhöhter Temperatur | 423 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Magnesiumlegierungen | 424 |
| Chemische Zusammensetzung der Magnesiumlegierung AZ91E | 427 |
| Physikalische Eigenschaften der Magnesiumlegierung AZ91E bei 20 °C ... | 427 |
| Legierungselemente zur Verbesserung der Eigenschaften von Magnesiumlegierungen | 428 |
| Vergleich der Festigkeitswerte von AZ91 vor und nach der Wärmebehandlung | 429 |
| Mechanische Kennwerte der Legierung MgAl9Zn1 im Thixo- und Druck-Kokillenguss | 430 |
| Korrosionsarten von Magnesiumwerkstoffen | 431 |
| Maßnahmen zum Korrosionsschutz von Magnesiumlegierungen | 432 |
| Oberflächenbehandlung von Magnesium | 433 |
| Zink und Zinklegierungen – Gussstücke – Spezifikationen (1998) nach DIN EN 12844 | 434 |
| Zink und Zinklegierungen – Gusslegierungen in Blockform und in flüssiger Form nach DIN EN 1774 | 435 |
| ZA-(Zink-Aluminium-)Gusslegierungen | 436 |
| Richtlinien für das Druckgießen von ZA-Legierungen | 437 |
| Zusammensetzungen und Anhaltswerte einiger Eigenschaften der Warmkammer-Legierung ACuZinc 5 | 438 |
| Bezeichnungen und Eigenschaften von Kobaltbasislegierungen | 439 |
| Normen von Nickelbasislegierungen | 440 |
| Chemische Zusammensetzung der Nickelbasislegierungen nach ASTM A 494 | 441 |
| Mechanische Eigenschaften, Wärmebehandlungen und typische Anwendungen von Nickelbasislegierungen | 443 |
| Empfohlene chemische Zusammensetzung der Nickel-Kupfer-Legierungen | 445 |
| Thermophysikalische Eigenschaften von Nickelbasis-Superlegierungen ... | 445 |
| Löslichkeit von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff in flüssigem und festem Nickel | 446 |
| Einfluss von Magnesium auf die mechanischen Eigenschaften von Monel .. | 446 |

| | |
|--|-----|
| Werkstoffe und Verfahren folgen den klassischen Lebenszeitkurven | 447 |
| Einsparungspotentiale bei einem Wechsel des verwendeten Werkstoffs. | 448 |
| Verformungsmechanismen von Aluminium bei Raumtemperatur (RT) und Hochtemperatur (HT) | 449 |
| Bedeutende Vor- und Nachteile von Al- gegenüber Fe-Zylinderkurbelgehäusen (ZKG) | 450 |
| Physikalische und Festigkeits-Merkmale verschiedener Werkstoffe für ZKG | 451 |

Werkstoffprüfung

| | |
|---|-----|
| Die Gussqualität, die Lebensdauer und die Festigkeit eines heutigen Gussteils ist von sehr vielen Faktoren mittelbar und unmittelbar abhängig | 455 |
| DIN EN ISO 9000, 9001 und 9004:12-2000 | 456 |
| QM-Elemente nach DIN EN ISO 9001: 08-1994, Abschnitt 4 | 457 |
| Hierarchie der Dokumente in einem (Qualitäts-)Managementsystem | 458 |
| DIN EN ISO 9001: 12-2000, Abschnitt 8, Messung, Analyse und Verbesserung | 459 |
| Formelzeichen und Benennungen für die Auswertung des Zugversuches nach EN 10002-1 (Raumtemperatur) | 460 |
| Zugversuch nach EN 1561 (Sept. 1997) zur Prüfung von Gusseisen mit Lamellengraphit | 468 |
| Zugversuch und Zugprobe nach EN 1562 (Sept. 1997) zur Prüfung von Temperguss | 471 |
| Zugversuch und Zugproben nach EN 1563 (Aug. 1997) für Gusseisen mit Kugelgraphit | 472 |
| Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563 (Aug. 1997), getrennt gegossenes Probestück, Möglichkeit 1 | 474 |
| Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563 (Aug. 1997), getrennt gegossenes Probestück, Möglichkeit 2 | 475 |
| Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563 (Aug. 1997), getrennt gegossenes Probestück, Möglichkeit 3 | 476 |
| Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563 (Aug. 1997), angegossenes Probestück | 477 |
| Gusseisen mit Kugelgraphit nach EN 1563 (Aug. 1997), Zugprobe | 478 |
| Abmessungen der Zugprobe | 478 |
| E-Modul verschiedener Gusswerkstoffe | 479 |
| Härteprüfung – Normen | 481 |
| Härteprüfung nach Brinell nach EN 1003-1 (03.95) | 482 |
| Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K und Skalen 15 N, 30 N, 45 N, 15 T, 30 T und 45 T) nach EN 10109-1 (01.95) | 486 |
| Härteprüfung nach Vickers nach EN 190 6507-1 (01.98) | 489 |
| Schlagbiegeprüfung – Normen | 491 |

| | |
|---|-----|
| Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy nach EN 10045-1 (05.91) | 492 |
| Kerbschlagbiegeproben nach DIN 50 115 (04.1991) | 494 |
| Umrechnung der Kerbschlagzähigkeit (kpm/cm ²) in Schlagarbeit (J) | 495 |
| Bruchzähigkeit | 497 |
| DIN EN 12680-1 Gießereiwesen: Ultraschallprüfung | |
| Teil 1: Stahlgussstücke für allgemeine Verwendung | |
| Teil 2: Stahlgussstücke für hoch beanspruchte Bauteile | |
| Teil 3: Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit | 500 |
| DIN EN 12681 Gießereiwesen – Durchstrahlungsprüfung | 501 |
| Einflussgrößen auf die Schwingfestigkeit von gussrauen Bauteilen | |
| aus Gusseisen mit Kugelgraphit | 502 |
| Eigenschaften der Proben für die Biegewechselprüfung, Gusseisen mit | |
| Vermicular- bzw. Lamellengraphit – Mittelwerte der Probenserien | 503 |
| Eigenschaften der Proben für die Biegewechselprüfung, Gusseisen mit | |
| Kugelgraphit – Mittelwerte der Probenserien | 504 |
| Prüfverfahren für Druckgussteile aus Aluminium | 505 |
| Virtueller Abguss Multifunktionskokille Lage der einzelnen Prüfkokillen .. | 506 |
| Für die Schwingfestigkeit als schädlich genannte | |
| Merkmale der Gushaut | 507 |
| Prüfverfahren für Druckgussteile aus Aluminium | 508 |
| Prozessablauf mit den eingebetteten Qualitätskontrollen | |
| für Druckgussteile | 510 |
| Prüfzeugnisse | 511 |
| Verfahren zum Beurteilen der Kernqualität | 512 |

Gefügeuntersuchungen

| | |
|--|-----|
| Gefügeanalyse | 517 |
| Gefügeentwicklung und Kontrast | 518 |
| Probenpräparation | 518 |
| Metallographie – Ausarbeiten von Metallschliffen | 520 |
| Kontrastierungsmethoden in der Metallographie | 521 |
| Ätzverfahren | 522 |
| Weitere Ätzmittel und Ätzvorschläge für makroskopische Gefügeunter- | |
| suchungen von Aluminiumlegierungen | 526 |
| Übersicht der Tüpfelreaktionen für ausgewählte Magnesiumlegierungen | |
| zur groben Unterscheidung | 529 |
| Arbeitsbedingungen für das chemische Polieren ausgewählter | |
| metallischer Werkstoffe | 531 |
| Gebräuchliche Polierverfahren zur Gefügeuntersuchung an Aluminium .. | 534 |
| Elektrochemische Spannungsreihe ausgewählter Metalle | 535 |

| | |
|---|-----|
| Wirkungsbereiche von Potentialdifferenzen und dazugehörige (elektro-)chemische Ätzverfahren | 536 |
| Vergrößerungsangaben auf Schliffbildern | 537 |
| Mikroanalytische Geräte zur Untersuchung von Werkstoffen | 538 |
| Optische Kontrastmethoden | 540 |
| Orientierung der Austenitdendriten im Kernbereich von Probestäben | 541 |
| Gefüge von Gießkeilen nach ASTM A367 W2 bei GJL | 542 |
| Rasterelektronenmikroskopie, Mikrobereichsanalytik | 543 |
| Aufbau eines REM schematisch | 544 |
| FEI Quanta 200 ESEM am FELMI-ZFE Graz/Österreich | 545 |
| Grundgefüge GJS mit Perlitanteilen, 1000:1, geätzt | 546 |
| Perlit in GJS, 5000:1, geätzt | 547 |
| Abstand der Zementitlamellen im Perlit, 20000:1, geätzt | 548 |
| Perlit in unlegiertem GJS, Wanddicke 15 mm | 549 |
| Abstand der Zementitlamellen | 549 |
| Feinung des Perlits | 550 |
| Graphitgröße bei unterschiedlichen Wanddicken | 552 |
| Durch Tiefenätzung freigelegte voll ausgebildete Graphitkugel | 554 |
| Vergleich der Nodularität in Abhängigkeit des Modifikatorgehalts: Cer-Modifikation (oben) und Mg-Modifikation (unten) bei gleicher, starker Impfung | 555 |
| Tiefgeätzte Proben mit Lanthan-Modifikation im REM: Vermikulargraphit | 556 |
| In Form von Graphit vorhandener Kohlenstoff in Abhängigkeit von der Temperatur (nach DIN EN ISO 945, Bestimmung der Mikrostruktur von Graphit | 557 |
| Kugelzahl, sofort nach der Spätimpfung und nach 9 min Abstezeit in Abhängigkeit des Impfmitteltyps | 557 |

Arbeits- und Umweltschutz

Arbeitsschutz

| | |
|---|-----|
| Arbeitsschutzgesetze und Unfallverhütungsvorschriften | 561 |
| Sicherheitsunterweisungen | 562 |
| Betriebsanweisung (nach VDG-Merkblatt R 109) | 563 |
| Einzelschritte zur Vorbereitung und Anwendung einer Betriebs- anweisung (nach VDG-Merkblatt R 109) | 564 |
| Abfallschlüssel nach dem Europäischen Abfallkatalog (EAKV) | 565 |
| Gesetze, Vorschriften, Verordnungen (nach VDMA) | 567 |

Umweltschutz

| | |
|---|-----|
| Strategien und Maßnahmen zum Schließen der Stoffkreisläufe von Gießereien | 569 |
| Regenerierungsanlagen für bentonitgebundene Formstoffe in Deutschland | 570 |
| Staubrückführung bei Kupolöfen | 570 |
| Regenerierung von drei Wasserglasaltsanden | 571 |
| Verwertung von Gießereirestsand im Erd- und Straßenbau – Originalsubstanz (mg/kg) | 572 |
| Verwertung von Gießereirestsand im Erd- und Straßenbau – Eluate (mg/l) | 573 |
| Anforderungen eines Zementwerkes an Gießereiretsande und -stäube | 574 |
| Nachhaltigkeit und die Rolle der Ökologie | 575 |
| Geruchsmessungen (Olfaktometrie) am praxisnahen Versuchsmodell | 576 |
| Cold-Box-Verfahren | 577 |
| Ergebnisse der Cogas Messungen von Additiven | 578 |
| Das Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 | 579 |
| Emissionen bei der Form- bzw. Kernherstellung sowie beim Abguss ausgewählter Formstoffsysteme | 580 |
| Formversandvergleich vor dem Vergießen | 581 |
| Formsandvergleich nach dem Gießen | 581 |
| Richtlinien für die Deponiefähigkeit der No-Bake „Altsande“ | 582 |
| Spezifischer Reststoffanfall aus der Aluminiumschrottaufbereitung | 583 |
| Lebensdauer, Recyclingquote und Schrottaufkommen in den verschiedenen Konsumbereichen | 584 |
| Recyclingmöglichkeiten des Aluminiums | 585 |
| Reststoffanfall bei der Sekundäraluminiumproduktion | 586 |
| Eigenschaften und Behandlungsmöglichkeiten der Reststoffe aus der Sekundäraluminiumproduktion | 587 |
| Sicherheitsfarben nach DIN 4844-1 (2002-11) und BGV A8 (2002-04) | 588 |
| Verbotszeichen nach DIN 4844-2 (2001-02) und BGV A8 (2002-04) | 588 |
| Warnzeichen nach DIN 4844-2 (2001-02) und BGV A8 (2002-04) | 589 |
| Sicherheitskennzeichnung nach DIN 4844-2 (2001-02) und BGV A8 (2002-04) | 590 |
| Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnungen nach RL 67/548/EWG (2004-04) | 592 |
| Globale Entwicklung des Fahrzeugstandes, des Energiebedarfs und der CO ₂ Emission | 593 |
| Szenario der zukünftigen Antriebstechniken für Straßenfahrzeuge | 594 |

Betriebstechnik

Rapid Prototyping, Simulation

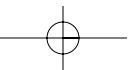
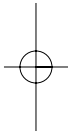
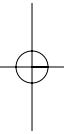
| | |
|--|-----|
| Anordnungen an neue Werkstoffkonzepte | 599 |
| Moderne Entwicklungsprozesse | 600 |
| Gegenüberstellung von klassischem und auf Rapid Prototyping beruhendem Entwicklungsprozess | 602 |
| Prototyp-Entwicklung | 603 |
| Rapid Prototyping Verfahren | 605 |
| Stereolithographie | 606 |
| Fused Deposition Modelling (FDM) | 607 |
| Selective Laser-Sintering (SLS) | 608 |
| SLS-Verfahren | 609 |
| Laminated Object Manufacturing (LOM) | 610 |
| Anwendung Rapid Prototyping-Verfahren | 611 |
| 3-D-Druckverfahren | 614 |
| Kostenvorteil mit der 3-D-Drucktechnologie | 615 |
| Rapid Prototyping: EOSNIT-Anwendung und Prozesse; Ziel Metallteile | 616 |
| Kosten- und Zeitvergleich für Gussteile, die mit und ohne RP-Technologien gefertigt wurden | 617 |
| Simulation von Formfüllungs- und Erstarrungsprozessen | 618 |
| Simulationsprogramme und ihre Anwendungen | 620 |
| Gebräuchliche Abkürzungen (nach RWP) | 621 |
| Struktur einer Finite-Elemente-Gießprozess-Simulation | 622 |
| Möglichkeiten der Gießprozess-Simulation | 623 |
| Bedeutung der erzielten Ergebnisse der Eigenspannungsanalyse eines typischen Gussteils | 624 |
| Simulation des Gießprozesses in „integrierter Entwicklungsumgebung“ ... | 625 |
| Verkürzung der Entwicklungszeit durch die Integration von Gießprozess-Simulation und Rapid Tooling | 626 |
| Innovation der Prozesskette durch die Einbindung der Gießereiprozess- Simulation mit MAGMASOFT | 627 |
| Computer Aided Engineering | 628 |
| Planungsablauf Gießerei | 629 |
| Konzept Engineering als Iterationsprozess | 630 |
| Prozessentwicklung | 631 |
| Produktentwicklungsprozess | 634 |
| Verkürzung des Entwicklungsprozesses durch simultane Optimierung von Gussteil und Fertigungsprozess | 635 |

| | |
|---|-----|
| Elemente der Qualitätskosten in der Übersicht | 636 |
| Prinzip eines Computertomographen mit Röntgenröhre, Probenmanipulator und Detektor | 637 |
| Dreidimensionale Darstellung des untersuchten Druckgussteils | 638 |
| Darstellung der detektierten Volumenporosität | 639 |

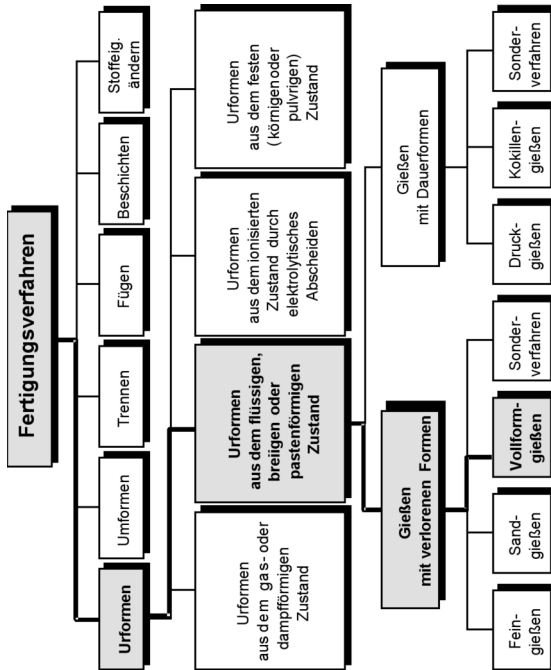
Sonstige Informationen

| | |
|---|-----|
| Organisationen, Verbände und Beratungsstellen | 643 |
| Materialprüfungsämter | 652 |
| Forschungsstätten des Gießereiwesens | 654 |
| Gießerei-Organisationen der Welt | 658 |
| Fachzeitschriften | 664 |
| Bezugsquellen-Nachweis für Gießereien | 673 |
| Bezugsquellen-Nachweis für Gießerei-Erzeugnisse | 716 |

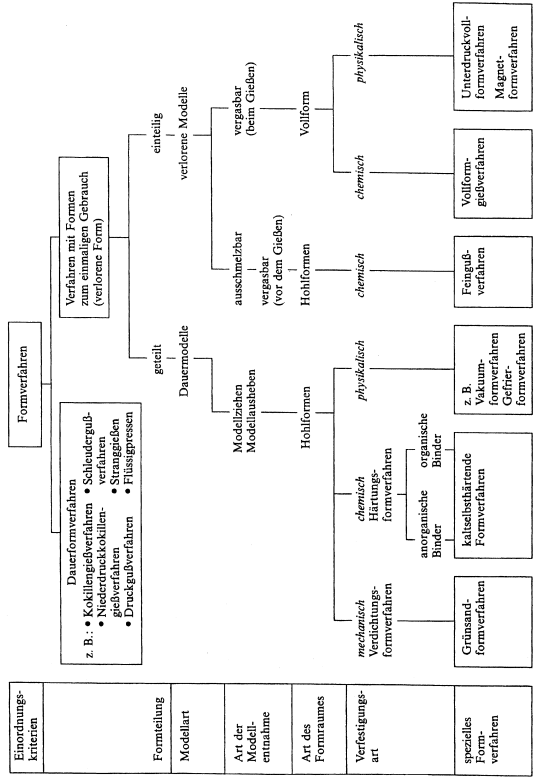
Fertigungsverfahren



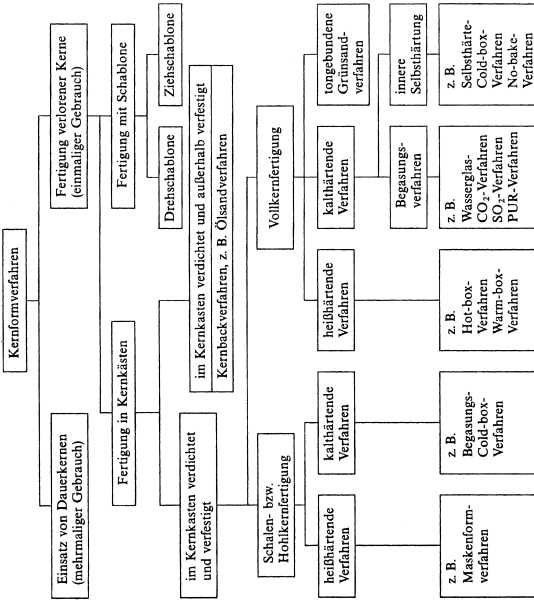
Einteilung der Gießverfahren



Einteilung der Verfahren zur Formherstellung



Einteilung der Verfahren zur Kernherstellung

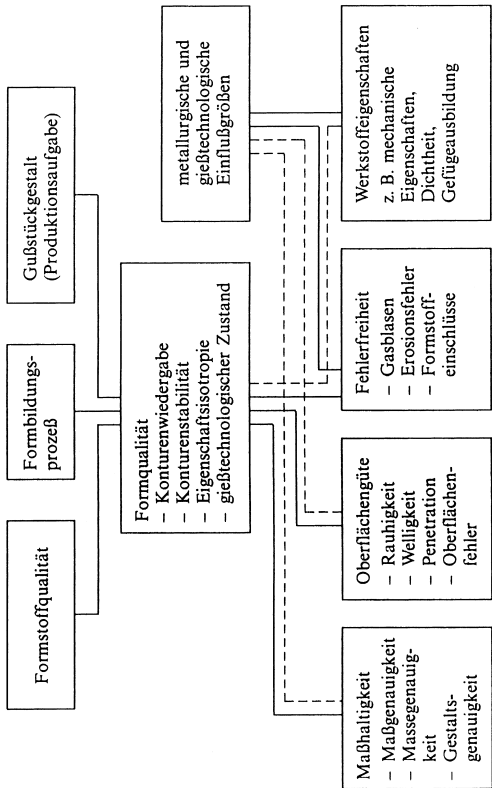


Einsatzgebiete von Formverfahren auf der Basis tongebundener Formstoffe nach VDG-R 90

| | Nägeluß-Formverfahren | | | | Verfahren mit Oberflächentrocknung | | | | Tockenguß-Formverfahren | | | | Schamotte-Formverfahren | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| | Stahguß | Temperguß | Guß Eisen | Leichtmetallguß | Stahguß | Temperguß | Guß Eisen | Leichtmetallguß | Stahguß | Temperguß | Guß Eisen | Leichtmetallguß | Stahguß | Temperguß | Guß Eisen | Leichtmetallguß | Schwermetallguß |
| Massenbereich, kg < 1 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 1... 10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 10... 100 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 100... 1 000 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 1 000... 10 000 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| > 10 000 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Wanddickenbereich, mm < 10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 10... 30 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 30...100 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 100...300 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| > 300 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Stückzahlbereich < 10 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 10... 100 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 100... 1 000 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 1 000... 10 000 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| >10 000 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

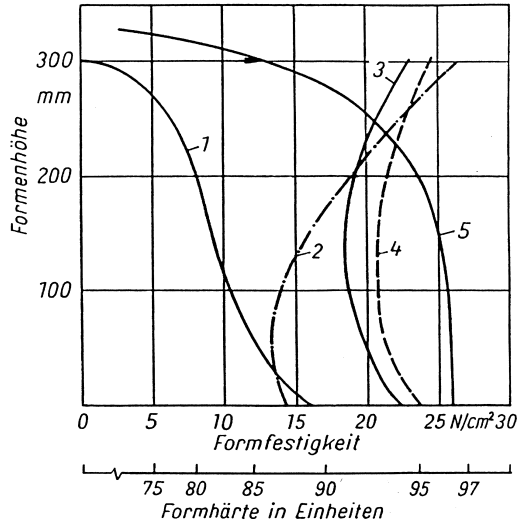
● üblich ○ selten angewendet — nicht gebräuchlich

Ziel- und Einflussgrößen der Formherstellung (nach W. Tilch)



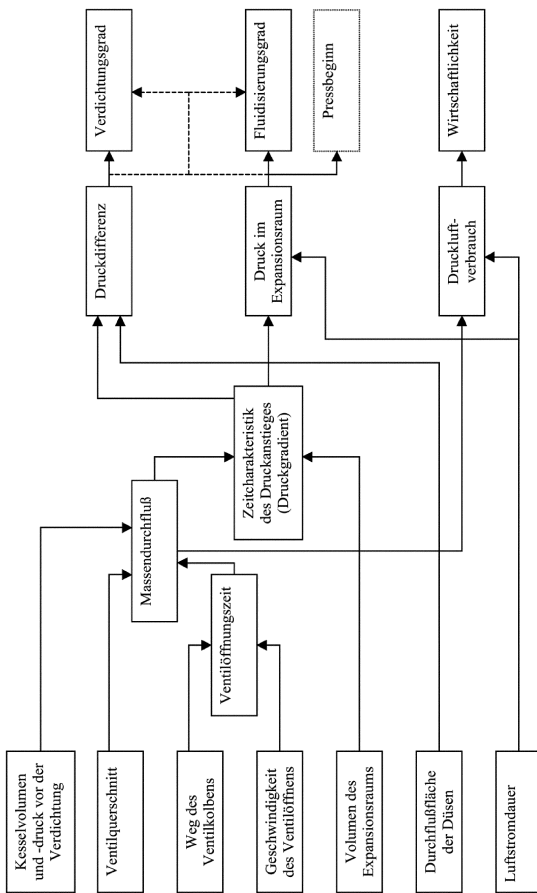
— primäre Einflufnahme; ... sekundäre Einflufnahme

Verdichtungscharakteristiken ausgewählter Formverfahren



1 Rütteln; 2 Hochdruckpressen (1,2 bis 1,4 MPa);
 3 Vibrationshochdruckpressen (0,8 bis 1,0 MPa);
 4 Luftstrompressen (0,8 bis 1,0 MPa); 5 Impuls-
 verdichtung

Einfluss- und Zielgrößen der Luftstromverdichtung



Einsatzmöglichkeiten verschiedener tongebundener Formstoffsysteme

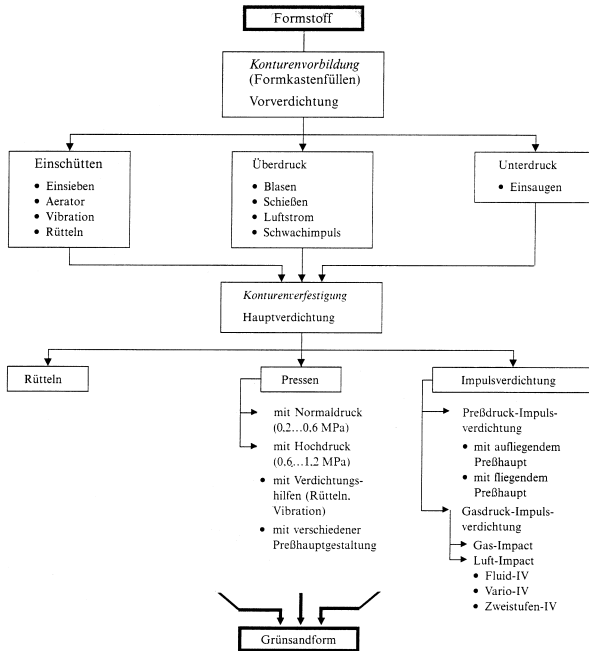
| Anforderungen T/S | Formverfahren | Natur- formstoffe | Halbsynthetische Formstoffe | Synthetische Formstoffe |
|----------------------|--|----------------------|--------------------------------|----------------------------|
| niedrig | konventionelle Verdichtung (Rütteln, Rüttelpressen) | x x | x x x | x x |
| mittel | Slinger entwickelte Verdichter-Technik (Rüttel-Pressen 0,3...0,5 MPa) | x | x x x | x x |
| hoch | Hochdruckpressen (kostengebunden) Impulsverdichtung | (x) | x | x x x |
| sehr hoch | Hochdruckpressen (kastenlos), große Kastenabmessung | (x) | (x) | o o o |

T Technologie
S Sortiment

Einsatzoptimierung
technologisch

| | | | | |
|-------|-------------------------------------|----------------|-------|--------------------------|
| (x) | nicht geeignet | wirtschaftlich | o | geringe Formstoffkosten |
| x | bedingt geeignet (einfachste Teile) | | o o | mittlere Formstoffkosten |
| x x | gut geeignet | | o o o | hohe Formstoffkosten |
| x x x | sehr gut geeignet | | | |

Überblick über die wichtigsten Verdichtungsverfahren und Verfahrenskombinationen



Einteilung der Pressverfahren nach dem Druckbereich (nach A. Malaschkin)

| Pressverfahren | Bereich des Form- druckes in MPa | Einsatzgebiete |
|-----------------------|---|--|
| Kleinstdruck | < 0,15 | übliches Nachpressen |
| Niederdruck | 0,15 bis 0,40 | konventionelle Pressverfahren |
| Mitteldruck | 0,40 bis 0,70 | verbesserte Arbeitsweise etwa ab 1955, Membranpressen |
| Hochdruck | > 0,7 bis etwa 2,0 | Hochdruckpressen, moderne Formtechnik ab 1965 |
| Höchstdruck | über 2,5 | keine maschinentechnische Entwicklung |

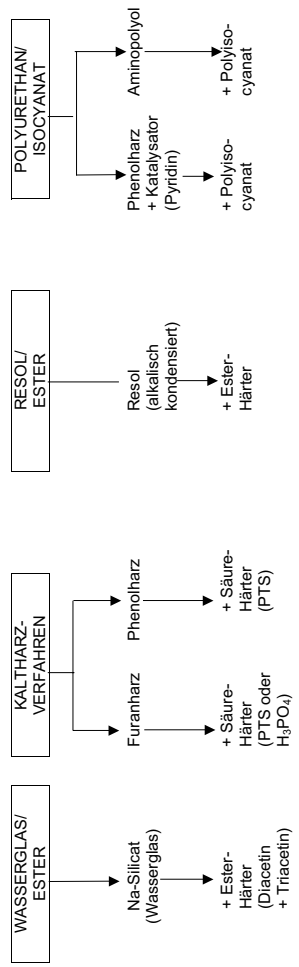
Richtwerte zur Formstoffoptimierung für moderne Verdichtungsformverfahren

| | Kastenlose Formtechnik | | Kastengebundene Formtechnik | |
|---|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | geringe Anforderung ¹⁾ | hohe Anforderung | geringe Anforderung ¹⁾ | hohe Anforderung |
| <i>Zielgrößen Formstoffqualität</i> | | | | |
| Gründruckfestigkeit σ_{dB} , kPa | 100...140 | 140...220 | 80...120 | 120...200 |
| Verdichtbarkeit ΔH , % | 42... 45 | 38... 40 | ca. 45 | ca. 40 ²⁾ |
| Fließbarkeit F_{OR} , % | 60... 70 | 75 | 50... 70 | 80 |
| Shatter-Index $Sh-I$, % | 60 | 75 | 60 | 70 |
| Grünzugfestigkeit σ_{zB} , kPa | 12... 15 | 15... 23 | 9... 13 | 13... 20 |
| Naßzugfestigkeit σ_{NB} , kPa | 1,6 | 2,4 | 1,8 | 2,6 |
| Gasdurchlässigkeit G_d , Einh. | 70... 90 | 80...120 | 60... 70 | 70...100 |
| <i>Zielgröße Zusammensetzung</i> | | | | |
| Bentonitgehalt (Aktivtongehalt), % | 6...7 | 8...10 | 5,5...7 | 7...9 |
| Wassergehalt, % | 2,2...2,8 | 3... 3,8 | 2,1...2,8 | 2,8...3,6 ²⁾ |
| Kohlenstaubgehalt, % | 3...4 | 4... 5 | 2,5...3,5 | 3,5...5,0 |
| mittlere Korngröße, mm | 0,18...0,24 | 0,18... 0,24 | 0,20...0,30 | 0,25...0,32 |

¹⁾ geringe Anforderungen: geringer Ausnutzungsgrad der Formteilungsebene, einfache flache Gußteile, FS niedrig, Formkasten bzw. Ballenfläche klein

²⁾ für Impulsverdichtungstechnik gilt: $\Delta H = 45\%$, $WG = 3,0...3,8$

Einteilung der kaltselbsthärtenden Verfahren (nach dem verwendeten Bindersystem) nach Ellinghaus



Vor- und Nachteile der Kaltharzverfahren

| Furanharzverfahren | Phenolharzverfahren |
|---|--|
| <p><i>Verfahrensvorteile</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – niedriger Bindemittelzusatz – hohe Reaktivität – geringe Temperaturabhängigkeit – gute Lagerbeständigkeit – gute Durchhärtung – niedrige Binderviskosität – geringere Geruchsbelästigung – gute Regenerierbarkeit – universelle Einsetzbarkeit | <ul style="list-style-type: none"> – niedriger Binderpreis – stickstofffreie Binder – lange Verarbeitungszeit – gleichmäßige Härtung – geringere Gasentwicklung beim Abgießen |
| <p><i>Verfahrensnachteile</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – hoher Binderpreis – Gefahr von Gasblasen – Stickstoffgehalt der Harze | <ul style="list-style-type: none"> – höhere Binderviskosität – geringere Reaktivität – geringe Lagerbeständigkeit des Harzes (Viskositätsanstieg) – Phenolgehalt in Altsand – Formstoff ist spröder |

Verfahrensvergleich unterschiedlicher Bindersysteme

| Verfahren | Alkalische Phenolharzbinder | PUR | Alkydharz |
|--|--|--|--|
| Gussqualität: Neigung zur Warmrissbildung Kohlenstofffehler Stückstofffehler | gering geringe Gefahr geringe Gefahr | erhöht erhöhte Gefahr hohes Risiko | erhöht erhöhte Gefahr hohes Risiko |
| Sandregenerierungsrate | ~80 % | ~80 % | ~80 % |
| Plastizität beim Ausschalen | hoch | sehr gering | gering |
| Reaktionsfreudigkeit: kurze Aushärtezeiten sehr lange Aushärtezeiten | ja ja | ja nein | nein ja |
| Arbeitsumgebung: Gasentwicklung beim Formen Rauch/Geruchsbelästigung beim Gießen | sehr gering gering | sehr hoch hoch | gering hoch |

*Zugabe von 5 % Eisenoxid erforderlich (Formsand)