

Inhaltsverzeichnis

- I Unlegiertes Gußeisen mit Kugelgraphit
- II Niedriglegiertes Gußeisen mit Kugelgraphit
- III Bainitisches Gußeisen mit Kugelgraphit
- IV Austenitisches Gußeisen mit Kugelgraphit
- V Schweißtechnische Verarbeitung und spanende Bearbeitung

XII Inhaltsverzeichnis

I Unlegiertes Gußeisen mit Kugelgraphit

1	Werkstoffübersicht	3
2	Herstellung	9
2.1	Gefüge und Eigenschaften	9
2.2	Auswahl der Einsatzstoffe	14
2.3	Verfahrensschritte zur Herstellung	16
2.4	Wärmebehandlung	19
2.5	Randschichten-Verfestigungsverfahren	22
3	Physikalische Eigenschaften	32
3.1	Dichte	32
3.2	Wärmeausdehnung	32
3.3	Wärmeleitfähigkeit	33
3.4	Spezifischer elektrischer Widerstand	38
3.5	Magnetische Eigenschaften	38
4	Mechanische Eigenschaften	42
4.1	Statische mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur	45
4.1.1	Festigkeit, Dehnung, Härte, Elastizitäts-Modul	45
4.1.2	Zähigkeitseigenschaften (Kerbschlagversuch, Kerbschlagzähigkeit)	59
4.1.3	Kriechverhalten	65
4.2	Statische mechanische Eigenschaften bei höheren Temperaturen	67
4.2.1	Warmfestigkeit (Zugfestigkeit, 0,2%-Dehngrenze, Bruchdehnung, Härte, E-Modul, Kerbschlagzähigkeit)	67
4.2.2	Zeitstandeigenschaften (Kriechverhalten, Zeitstandfestigkeit)	74
4.2.3	Temperaturwechselbeständigkeit	82
4.3	Statische mechanische Eigenschaften bei tiefen Temperaturen	85
4.3.1	Zugfestigkeit	86
4.3.2	Fließgrenze, 0,2%-Dehngrenze, E-Modul	87
4.3.3	Bruchdehnung, Einschnürung, Kerbschlagzähigkeit	89
5	Dynamische Eigenschaften	95
5.1	Dauerfestigkeit	96
5.1.1	Kerbempfindlichkeit	101
5.1.2	Mittelspannungsempfindlichkeit	106
5.1.3	Einfluß der Oberfläche, Werkstoffmängel und Gußfehler	108

5.2	Betriebsfestigkeit	109
6	Bruchmechanische Kennwerte	112
6.1	Ferritische Gußeisen mit Kugelgraphit.....	113
6.2	Ferritisch-perlitische Gußeisen mit Kugelgraphit	114
6.3	Perlitische Gußeisen mit Kugelgraphit	115
6.4	Einfluß der Graphitmorphologie auf die Bruchzähigkeit	117
7	Technologische Eigenschaften	120
7.1	Verschleißverhalten	120
7.1.1	Abrasiv-Verschleiß	120
7.1.2	Adhäsion - Metall/Metall-Verschleiß	121
7.2	Korrosionsverhalten.....	124
7.3	Zundern.....	127
7.4	Wachsen.....	128
II	Niedriglegiertes Gußeisen mit Kugelgraphit	
1	Werkstoffübersicht	133
2	Herstellung	135
2.1	Wichtige Legierungselemente, ihr Einfluß auf das Grundgefüge	135
2.1.1	Kupfer	135
2.1.2	Nickel.....	135
2.1.3	Molybdän.....	136
2.1.4	Chrom	137
2.1.5	Zinn	137
2.1.6	Einfluß von Störelementen	138
2.2	Einbringen der Elemente in das Gußeisen	140
2.2.1	Kupfer	141
2.2.2	Nickel.....	142
2.2.3	Molybdän.....	142
2.2.4	Chrom	142
2.2.5	Zinn	142
2.3	Beispiele möglicher Probleme beim Legieren	143
3	Physikalische Eigenschaften	146
3.1	Dichte	146

XIV Inhaltsverzeichnis

3.2	Spezifischer elektrischer Widerstand	146
3.3	Wärmeleitfähigkeit und thermische Ausdehnung	146
3.4	Magnetische Eigenschaften	148
4	Mechanische Eigenschaften	149
4.1	Einfluß der Legierungselemente auf statische mechanische Eigenschaften	150
4.1.1	Kupfer	150
4.1.2	Nickel	151
4.1.3	Molybdän	153
4.1.4	Chrom	155
4.1.5	Zinn	156
4.1.6	Weitere Legierungselemente	156
4.1.7	Legierungskombinationen	158
4.1.8	Seigerungen	165
4.2	Einfluß der Legierungselemente bei einer Wärmebehandlung	170
4.2.1	Änderung des Gehaltes an gebundenem Kohlenstoff	170
4.2.1.1	Zerfallsglügen von freien Carbiden	170
4.2.1.2	Ferritisierung (Weichglügen)	171
4.2.1.3	Normalisieren (Perlitisieren)	172
4.2.2	Härten und Vergüten	175
4.3	Statische mechanische Eigenschaften bei höheren Temperaturen	180
4.3.1	Warmfestigkeit	180
4.3.2	Zeitstandeigenschaften	180
4.3.3	Temperaturwechselbeständigkeit	184
5	Dynamische Eigenschaften	186
6	Einfluß der Legierungselemente auf die Bruchzähigkeit	189
7	Technologische Eigenschaften	190
7.1	Verschleißverhalten	190
7.1.1	Abrasiv-Verschleiß	190
7.1.2	Adhäsions-Verschleiß	193
7.2	Korrosionsverhalten	195
7.3	Zündern	196
7.4	Wachsen	197

III	Bainitisches Gußeisen mit Kugelgraphit	
1	Werkstoffübersicht	201
2	Herstellung	204
2.1	Chemische Zusammensetzung - Legierungselemente	204
2.2	Wärmebehandlung	207
3	Gefüge und statische mechanische Eigenschaften	211
3.1	Gefügeausbildung	211
3.2	Mechanische Eigenschaften von unlegiertem bainitischem Gußeisen mit Kugelgraphit	213
3.2.1	Einfluß der isothermen Umwandlungstemperatur	213
3.2.2	Einfluß der Umwandlungszeit	216
3.3	Mechanische Eigenschaften von legiertem bainitischem Gußeisen mit Kugelgraphit	218
3.4	Verhalten bei höheren Temperaturen	227
3.5	Verhalten bei tiefen Temperaturen	228
3.6	Einfluß der Wanddicke auf die mechanischen Eigenschaften	231
4	Dynamische Eigenschaften	235
4.1	Dauerfestigkeit	235
4.2	Dauerfestigkeitsverhältnis	239
4.3	Kerbempfindlichkeit	242
4.4	Besondere Einflußfaktoren auf die Dauerfestigkeit	242
5	Bruchmechanische Kenngrößen	244
6	Technologische Eigenschaften	249
6.1	Verschleißverhalten	249
6.1.1	Adhäsion	250
6.1.2	Abrasion	251
6.1.3	Oberflächenzerrüttung	254

IV Austenitisches Gußeisen mit Kugelgraphit

1	Werkstoffübersicht	261
2	Herstellung	265
2.1	Chemische Zusammensetzung	265
2.1.1	Kohlenstoff	266
2.1.2	Silicium	266
2.1.3	Mangan	267
2.1.4	Phosphor	268
2.1.5	Magnesium	268
2.2	Einfluß der Legierungselemente auf die Eigenschaften	268
2.2.1	Nickel	269
2.2.2	Chrom	271
2.3	Formen, Schmelzen und Gießen	271
2.4	Wärmebehandlung	272
3	Physikalische Eigenschaften	275
3.1	Dichte	276
3.2	Wärmeausdehnung	276
3.2.1	Niedrige Wärmeausdehnung	277
3.2.2	Mittlere Wärmeausdehnung	278
3.2.3	Hohe Wärmeausdehnung	278
3.3	Wärmeleitfähigkeit	279
3.4	Spezifischer elektrischer Widerstand	279
3.5	Magnetische Eigenschaften	279
3.6	Wärmeschockverhalten	280
4	Mechanische Eigenschaften	284
4.1	Statische mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur	284
4.2	Statische mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen	287
4.2.1	Gefügestabilität und damit Stabilität der Eigenschaften	287
4.2.2	Kurzzeitverhalten	287
4.2.3	Langzeitverhalten	289
4.2.4	Temperaturwechselbeständigkeit	293
4.3	Statische mechanische Eigenschaften bei tiefen Temperaturen	295

5	Technologische Eigenschaften	298
5.1	Korrosionsverhalten.....	298
5.1.1	Atmosphärische Korrosion	300
5.1.2	Verhalten in Meerwasser	300
5.1.3	Verhalten in Alkalien.....	304
5.1.4	Verhalten in anorganischen Säuren.....	307
5.1.5	Verhalten in weiteren Medien.....	309
5.2	Verschleißverhalten	315
5.3	Oxidationsbeständigkeit	316
5.4	Maßbeständigkeit.....	317
5.5	Gebrauchseignung bei höheren Temperaturen	318
V	Schweißtechnische Verarbeitung und spanende Bearbeitung	
1	Schweißneigung	323
2	Schweißtechnische Fertigung	327
2.1	Arten der Schweißung	327
2.2	Schweißverfahren.....	328
2.2.1	Schweißnahtvorbereitung.....	328
2.2.2	Schweißzusätze und Hilfsstoffe	329
2.2.3	Schmelzschweißverfahren	333
2.2.4	Preßschweißverfahren	335
2.3	Vorgänge in der Wärmeeinflußzone.....	335
2.4	Wärmeführung und Behandlung	338
2.4.1	Vorwärmung	338
2.4.2	Wärmenachbehandlung.....	338
2.5	Eigenschaften von Schweißverbindungen	339
3	Spanende Bearbeitung	348
3.1	Auswahl der Schneidwerkstoffe.....	349
3.1.1	Schnellarbeitsstähle	350
3.1.2	Hartmetalle	351
3.1.3	Hochleistungsschneidstoffe.....	352
3.2	Einfluß des Gefüges auf die Spanbarkeit	354
3.3	Allgemeine Richtlinien für die spanende Bearbeitung von duktilem Gußeisen.....	355
3.3.1	Drehen/Fräsen	355
3.3.2	Bohren.....	364

XVIII Inhaltsverzeichnis

3.3.3	Weitere Bearbeitungsverfahren.....	367
3.3.4	Hinweise zu auftretenden Bearbeitungsproblemen	372
	Sachwörterverzeichnis.....	380