

Inhalt

1	Einleitung	11
1.1	Ziele der metallographische Untersuchungen der Gusslegierungen	11
1.2	Generelles zur Probenahme	14
1.3	Schliffherstellung	16
1.4	Ätzmittelzusammenstellung	19
1.5	Interpretation	21
1.6	Dokumentation	23
1.7	Rasterelektronenmikroskopie und Elektronenstrahlmikroanalyse	23
1.7.1	Die Elektronenmikroskopie in der Materialforschung	23
1.7.2	Grundlagen der Rasterelektronenmikroskopie und Mikrobereichsanalytik	24
1.7.2.1	Aufbau eines Rasterelektronenmikroskops	24
1.7.3	Vakuumsystem eines Rasterelektronenmikroskops	27
1.7.4	Wechselwirkung zwischen Elektronen und Materie	28
1.7.5	Elektronenstrahlmikroanalyse (EDX/WDX)	33
1.7.6	Mikrostrukturanalyse mittels OIM	38
1.7.6.1	Orientation Imaging (OIM) bzw. EBSD (Electron Backscatter Diffraction)	38
1.7.7	Probenvorbereitung - Präparation	38
1.7.8	Lichtmikroskop (LiMi) - Infinite Focus Microscope (IFM)	40
1.7.9	3D-Rekonstruktion von Oberflächen im REM	41
1.7.10	ZEISS DSM 982 Gemini	42
1.7.11	ZEISS Ultra 55	43
1.7.12	FEI Quanta 200 ESEM und FEI Quanta 600 FEG-ESEM	44
1.7.13	FEI Nova Nanolab 200 Dual Beam FIB/FEGSEM	49
1.7.14	Atomic Force Microscope (AFM)	50
1.7.15	Referenzen	51
1.7.16	Weiterführende Literatur	52
2	Das Gusseisen	55
3	Gusseisen mit Kugelgraphit	63
3.1	Normung	63
3.2	Herstellung	64
3.2.1	Auswahl der Einsatzstoffe	64
3.2.2	Verfahrensschritte	65
3.3	Allgemeiner Gefügebau	68
3.3.1	Graphit	70
3.3.2	Metallische Grundmasse	78
3.3.3	Erstarrungsgefüge	82
3.4	Impfen	86
3.4.1	Einfluss auf die Graphitbildung	89
3.4.2	Einfluss auf das Grundgefüge	90
3.5	Unlegiertes Gusseisen mit Kugelgraphit	92
3.5.1	Ferrit	93
3.5.2	Perlit	93
3.5.3	Carbide	101
3.6	Niedriglegiertes Gusseisen mit Kugelgraphit	104
3.6.1	Graphit	108
3.6.2	Ferrit	109

Inhalt

3.6.3	Perlit	112
3.6.4	Carbide	117
3.6.5	Sondergusseisen	118
4	Ausferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit	123
4.1	Normung	123
4.2	Herstellung	124
4.3	Allgemeiner Gefügebau	126
4.4	Austenit	128
4.5	Ferrit, Martensit, Carbide, Perlit	132
5	Austenitisches Gusseisen mit Kugelgraphit	137
5.1	Normung	137
5.2	Herstellung	137
5.3	Allgemeiner Gefügebau	140
5.4	Graphit	141
5.5	Austenit	141
5.6	Carbide	147
5.7	Gefügestabilität	150
6	Gefügebesonderheiten	153
6.1	Randgraphitentartung	153
6.2	Graphitflotation	156
6.3	Chunky-Graphit	157
6.4	Graphitentartung	160
6.5	Entkohlte Randzone	161
6.6	Dross	165
6.7	Seigerungen	166
6.8	Phosphideutektikum	171
6.9	Umgekehrte Weißeinstrahlung	174
7	Gusseisen mit Vermiculargraphit	172
7.1	Normung	177
7.2	Herstellung	179
7.3	Allgemeiner Gefügebau	181
7.4	Graphit	185
7.5	Grundgefüge	192
8	Anhang	197
	Kugeln bei 100facher Vergrößerung	199
	Elementverteilung	201
	Beispiel EDX-Elementverteilungsbilder	202
9	Register	209

Content

1	Introduction	11
1.1	Object of metallographic examination of casting alloys	11
1.2	Sampling in general	14
1.3	Preparation of metallographic samples	16
1.4	Etchant composition	19
1.5	Interpretation	21
1.6	Documentation	23
1.7	Scanning electron microscopy and electronic (beam) microscopy	23
1.7.1	Electron microscopy in materials research	23
1.7.2	Fundamentals of scanning electron microscopy and micro-analysis	24
1.7.2.1	Structure of a scanning electron microscope	24
1.7.3	Vacuum system of a scanning electron microscope	27
1.7.4	Interaction between electrons and material	28
1.7.5	Electron beam microanalysis (EDXS/WDXS)	33
1.7.6	Microstructure analysis using OIM	38
1.7.6.1	Orientation Imaging (OIM) and EBSD (Electron Backscatter Diffraction)	38
1.7.7	Sample preparation	38
1.7.8	Light microscope (LiMi) - Infinite Focus Microscope (IFM)	40
1.7.9	3D reconstruction of surfaces using SEM	41
1.7.10	ZEISS DSM 982 Gemini	42
1.7.11	ZEISS Ultra 55	43
1.7.12	FEI Quanta 200 ESEM and FEI Quanta 600 FEG-ESEM	44
1.7.13	FEI Nova Nanolab 200 Dual Beam FIB/FEGSEM	49
1.7.14	Atomic Force Microscope (AFM)	50
1.7.15	References	51
1.7.16	Literature	52
2	Cast Iron	55
3	Ductile Iron	63
3.1	Standardisation	63
3.2	Production	64
3.2.1	Selection of the charge materials	64
3.2.2	Procedure Steps	65
3.3	Structure characteristics	68
3.3.1	Graphite	70
3.3.2	Metallic Matrix	78
3.3.3	Solidification structure	82
3.4	Inoculation	86
3.4.1	Influence on the graphite formation	88
3.4.2	Influence on the matrix	90
3.5	Unalloyed ductile iron	92
3.5.1	Ferrite	92

Content

3.5.2	Pearlite	93
3.5.3	Carbides	101
3.6	Low-alloyed ductile iron	104
3.6.1	Graphite	108
3.6.2	Ferrite	109
3.6.3	Pearlite	112
3.6.4	Carbides	117
3.6.5	Special Alloyed Ductile Iron	118
4	ADI - Austempered ductile iron or bainitic ductile iron	123
4.1	Standardisation	123
4.2	Production	125
4.3	Structure in general	126
4.4	Austenite	128
4.5	Ferrite, Pearlite, Martensite, Carbides	
5	Austenitic ductile iron	137
5.1	Standardisation	137
5.2	Production	137
5.3	Structure Characteristics	140
5.4	Graphite	141
5.5	Austenite	141
5.6	Carbides	147
5.7	Structural stability	150
6	Structural anomalies	153
6.1	Marginal degeneration of graphite	153
6.2	Graphite flotation	156
6.3	Chunky graphite	157
6.4	Degeneration of graphite	160
6.5	Marginal decarburisation	160
6.6	Dross	164
6.7	Segregations	166
6.8	Phosphide eutectic	171
6.9	Inverse solidification of cast iron resulting in white structure (inverse chill)	174
7	Compacted/vermicular graphite cast iron	177
7.1	Standardisation	177
7.2	Production	179
7.3	Structure in general	181
7.4	Graphite	185
7.5	Basic structure	192
8	Appendix	197
	Number of Nodulus, magnification 100 :1	199
	Elemental Mapping	201
	Example EDXS-Elemental-Mappings	202
9	Index	209