

Physikalische Eigenschaften der Metalle und Legierungen

Von einem Autorenkollektiv

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. habil. BORIS G. LIVSCHITZ

Übersetzung aus dem Russischen und Ergänzungen:

Prof. Dr. sc. techn. WINFRIED MORGNER

Mit 262 Bildern und 60 Tabellen

Fachbereich Materialwissenschaft
der Techn. Hochschule Darmstadt

Inv.-Nr.: 383



VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie · Leipzig

Inhaltsverzeichnis

	Wichtige Symbole und Konstanten	11
	Einführung	18
1.	Spezifische Wärme und Enthalpie	21
1.1.	Definition und Theorie der spezifischen Wärme	21
1.2.	Spezifische Wärme realer Metalle	34
1.3.	Spezifische Wärme von Legierungen und Verbindungen	39
1.4.	Änderung der spezifischen Wärme bei Phasen- und Gefüge- umwandlungen	42
1.5.	Methoden der kalorimetrischen und thermischen Analyse	48
2.	Magnetische Eigenschaften	58
2.1.	Wichtige Kenngrößen	58
2.2.	Diamagnetische Eigenschaften	64
2.3.	Paramagnetische Eigenschaften	67
2.4.	Magnetismus der Elemente	71
2.5.	Messung der para- und diamagnetischen Suszeptibilität	74
2.6.	Einfluß von Schmelzpunkten, allotropen Umwandlungen und der Verfestigung nach Kaltverformung	75
2.7.	Eigenschaften der Metalle und Legierungen	76
2.8.	Magnetisch geordneter Zustand	80
2.8.1.	Spontaner Magnetismus	80
2.8.2.	Ferromagnetische Eigenschaften	83
2.8.3.	Magnetische Energie eines Ferromagnetikums	89
2.8.3.1.	Magnetostatische Energie	89
2.8.3.2.	Anisotropieenergie	92
2.8.3.3.	Magnetische Elementarbereichsstruktur	100
2.8.3.4.	Theorie der Koerzitivfeldstärke	102
2.9.	Methoden zur Messung ferromagnetischer Eigenschaften	106
2.9.1.	Ballistische Methode	106

2.9.2.	Magnetometrische Methode	107
2.9.3.	Meßmethoden im geschlossenen magnetischen Kreis	109
2.9.4.	Abziehmethode	111
2.10.	Magnetische Eigenschaften der Metalle und metallischen Phasen.	111
2.11.	Eigenschaften heterogener Legierungen.	123
2.12.	Untersuchung von Phasen- und Gefügeumwandlungen ferromagnetischer Legierungen	124
2.12.1.	Untersuchung des Zustandsdiagramms im Gleichgewichtszustand	124
2.12.2.	Untersuchung des Glühens, Härtens und Anlassens von Stahl	128
2.12.3.	Untersuchung des Zerfalls und der Umwandlung von unterkühltem Austenit	132
2.12.4.	Untersuchung der Alterung von Legierungen	135
2.12.5.	Größenbestimmung kleiner Teilchen	138
2.13.	Magnetwerkstoffe	139
2.13.1.	Weichmagnetische Werkstoffe.	139
2.13.2.	Legierungen mit hoher Sättigungsinduktion	145
2.13.3.	Thermomagnetische Legierungen	145
2.13.4.	Legierungen für Dauermagnete	146
3.	Elektrische Eigenschaften	154
3.1.	Grundlagen.	154
3.2.	Meßmethoden des elektrischen Widerstandes	155
3.3.	Grundlagen der elektrischen Leitfähigkeit von Metallen	157
3.4.	Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes reiner Metalle von Temperatur und Druck	165
3.5.	Einfluß der Verfestigung und des Anlassens von Metallen	171
3.6.	Elektrischer Widerstand von Mischkristallen	174
3.6.1.	Homogene Mischkristalle	174
3.6.2.	Inhomogene Mischkristalle	187
3.7.	Elektrischer Widerstand chemischer Verbindungen und intermetallischer Phasen	192
3.8.	Elektrische Leitfähigkeit heterogener Legierungen	196
3.8.1.	Geglühter Zustand.	196
3.8.2.	Verfestigter Zustand	200
3.9.	Anwendung der elektrischen Analyse in der Metallkunde	202
3.10.	Legierungen für Leiterwerkstoffe und Widerstandswerkstoffe	210
3.11.	Supraleitfähigkeit von Metallen und Legierungen	212
4.	Wärmeleitfähigkeit	222
4.1.	Definition und Abhängigkeiten	222
4.2.	Wärmeleitfähigkeit von Metallen, Legierungen und Verbindungen.	227
4.3.	Methoden zur Wärmeleitfähigkeitsmessung	237
4.4.	Wärmeleitfähigkeit technischer Legierungen	242

5.	Thermoelektrische Eigenschaften	250
5.1.	Allgemeines	250
5.2.	Beschreibung der thermoelektrischen Erscheinungen in Metallen, Halbleitern und deren Legierungen	521
5.2.1.	Thermoelektrische Homogen- und Inhomogeneffekte	251
5.2.2.	Thermomagnetische Effekte	252
5.2.3.	Ursachen der Thermospannung	253
5.2.3.1.	Elektronendiffusionsanteil	253
5.2.3.2.	Temperaturabhängigkeit des Kontaktpotentials	253
5.2.3.3.	Phonondraganteil	253
5.3.	Kenngrößen der Thermospannungsmessung	254
5.4.	Absolute differentielle Thermospannung von Metallen	256
5.4.1.	Elektronentheoretische Grundlagen	256
5.4.2.	Temperaturabhängigkeit	259
5.4.3.	Kristallanisotropie	261
5.4.4.	Thermomagnetische und thermomagnetoelastische Erscheinungen	261
5.4.5.	Elastische und plastische Verformung	263
5.5.	Absolute differentielle Thermospannung von Legierungen	265
5.5.1.	Kristallgemische	265
5.5.2.	Mischkristalle	265
5.5.3.	Ordnungszustände, intermetallische und intermediäre Phasen	269
5.5.4.	Eisenknet- und Gußlegierungen	270
5.6.	Anwendung der Thermospannungsmessung in der Metallkunde	272
5.6.1.	Messungen mit Löt- und Preßverbindungen	272
5.6.2.	Kontaktthermospannungsmessung	275
5.7.	Metalle für Thermoelemente und Metalle mit kleiner Thermospannung gegenüber Kupfer	278
6.	Dichte und thermische Ausdehnung	281
6.1.	Dichte von Metallen und Legierungen	281
6.2.	Wärmedehnung von Metallen	295
6.3.	Wärmeausdehnung von Legierungen	307
6.4.	Methoden zur Bestimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten und des Volumeneffekts bei Umwandlungen (Dilatometrie)	316
6.5.	Dilatometrische Untersuchungen der Wärmebehandlung	320
7.	Elastische und inelastische Eigenschaften	326
7.1.	Bestimmung der wichtigsten Kenngrößen und Elastizität der Metalle	326
7.2.	Ferromagnetische Anomalie der Elastizität	340
7.3.	Methode der inneren Reibung	343

8.	Zerstörungsfreie Prüfung auf Grundlage physikalischer Eigenschaften	355
8.1.	Allgemeines	355
8.2.	Eigenschaften, Verfahren, Sensoren	358
8.2.1.	Magnetische Eigenschaften	358
8.2.1.1.	Abbildung der Hystereseschleife	358
8.2.1.2.	Permeabilität	361
8.2.1.3.	Koerzitivfeldstärke	365
8.2.1.4.	Sättigungsmagnetisierung	367
8.2.2.	Elektrische Eigenschaften	367
8.2.3.	Wärmeleitfähigkeit	369
8.2.4.	Thermoelektrische Eigenschaften	372
8.2.5.	Dichte	373
8.2.6.	Elastische und inelastische Eigenschaften	374
8.3.	Anwendungsbeispiele	380
8.3.1.	Legierungsprüfung	380
8.3.2.	Gefügeprüfung	380
8.3.3.	Spannungsmessung	385
8.3.4.	Kennwertermittlung	389
8.3.5.	Dicken- und Schichtdickenmessung	392
8.3.6.	Defektoskopie	394
Sachwörterverzeichnis		397