

Verbindungen und Anschlüsse in der Elektrotechnik

Prof. Dr. sc. techn. Wolfgang Beyer
Doz. Dr. sc. techn. Petre Iancu
Dr.-Ing. Manfred Merkel

Verlag Technik GmbH Berlin • München

Inhaltsverzeichnis

0. Einleitung	9
1. Physikalisch-technische Grundlagen der Herstellung elektrisch leitender Verbindungen und Anschlüsse	11
1.1. Werkstoffe für Leiter und Armaturen	11
1.1.1. Einige Grundlagen der elektrischen Leitfähigkeit	11
1.1.2. Leiterwerkstoffe	17
1.2. Ruhende elektrische Kontakte	24
1.2.1. Allgemeines	24
1.2.2. Kontaktflächen	25
1.2.3. Kontaktwiderstand	30
1.3. Forderungen an elektrisch leitende Verbindungen und Anschlüsse	36
1.4. Verhalten des Übergangswiderstands bei elektrischer Belastung	37
1.4.1. Erwärmung der Kontaktstelle bei Stromfluß	37
1.4.2. Zeitverhalten des Übergangswiderstands bei Strombelastung	41
1.4.3. Prüfvorschriften — Zeitverhalten des Übergangswiderstands	45
1.5. Wirkung und Prüfung von Umgebungsbelastungen	51
1.5.1. Klassifizierung von Umgebungsbedingungen	51
1.5.1.1. Umgebungsklassen	51
1.5.1.2. Einsatzklassen	52
1.5.2. Klimatische Belastungen	52
1.5.2.1. Technoklimatische Einteilung der Erde, Lufttemperatur und -feuchte	52
1.5.2.2. Einfluß und Prüfung	53
1.5.3. Belastungen durch chemisch aktive Stoffe	55
1.5.4. Mechanische Belastungen	57
1.5.4.1. Darstellung der schadensäquivalenten mechanischen Prüfung	57
1.5.4.2. Ermittlung der Feldbedingungen, Ableitung von Prüfvorschriften	60
1.5.4.3. Prüfvorschriften — dynamische Belastungen	62
1.6. Kombinierte elektrische und Umgebungsbelastungen	68
1.6.1. Allgemeine Grundlagen	68
1.6.2. Prüfvorschriften	69
2. Systematisierung der Verfahren zur Herstellung elektrisch leitender Verbindungen und Anschlüsse	70
2.1. Allgemeines	70
2.2. Allgemeine Ordnungsprinzipien	70
2.3. Kriterien zur Systematisierung der Verbindungs- und Anschlußverfahren	75

3. Verbindungen und Anschlüsse, hergestellt durch Bearbeitungsvorgänge	79
3.1. Allgemeines, Systematisierung	79
3.2. Herstellung von Verbindungen und Anschlüssen unter Nutzung thermischer Energie — ihre Anwendung in der elektrotechnischen Industrie	81
3.2.1. Schmelzschweißen	81
3.2.1.1. Besonderheiten des Schmelzschweißens von Aluminium und seinen Legierungen	82
3.2.1.2. Besonderheiten des Schmelzschweißens von Kupfer und seinen Legierungen	83
3.2.1.3. Besonderheiten beim Schmelzschweißen von Metallkombinationen	84
3.2.1.4. Gasschweißen von Aluminium und Kupfer sowie ihren Legierungen	89
3.2.1.5. Schutzgasschweißen von Aluminium und Kupfer sowie ihren Legierungen	93
3.2.1.6. Aluminothermisches Schweißen	96
3.2.1.7. Schmelzschweißen nicht artgleicher Metalle	97
3.2.2. Löten	104
3.2.2.1. Allgemeines, Systematisierung	104
3.2.2.2. Beim Löten ablaufende Prozesse	105
3.2.2.3. Zusatz- und Hilfswerkstoffe	109
3.2.2.4. Weichlötverfahren und ihre Anwendung in der elektrotechnischen Industrie	111
3.2.2.5. Prüfung der Lötbarkeit	118
3.3. Verfahren unter Nutzung thermischer und mechanischer Energie	120
3.3.1. Allgemeines	120
3.3.2. Preßschweißen	120
3.3.2.1. Verbindungsbildung	120
3.3.2.2. Preßschweißverfahren mit Widerstandserwärmung und teilweisem Schmelzen	122
3.3.2.3. Preßschweißverfahren mit Widerstandserwärmung ohne Schmelzen	127
3.3.2.4. Preßschweißverfahren unter Nutzung der Reibung	127
3.3.2.5. Preßschweißverfahren mit Erwärmen im Lichtbogen und teilweisem Schmelzen der zu verbindenden Flächen	131
3.3.2.6. Preßschweißverfahren unter Nutzung der Explosionsenergie (Explosivschweißen)	133
3.3.2.7. Preßschweißverfahren mit Langzeiterwärmen im Vakuum oder in Schutzgasatmosphäre (Diffusionsschweißen)	136
3.4. Verfahren unter Nutzung rein mechanischer Energie	137
3.4.1. Kaltpreßschweißen	137
3.4.1.1. Zur Theorie der Verbindungsbildung	138
3.4.1.2. Verfahrensvarianten und ihre praktische Anwendung	141
3.4.2. Preßverbindungen	156
3.4.2.1. Allgemeines, theoretische Grundlagen	156
3.4.2.2. Eindruckpressen	181
3.4.2.3. Umfangpressen	187
3.4.2.4. Rollpressen	192
3.4.3. Wickelverbindungen	211
3.4.3.1. Allgemeines, Grundlagen	211
3.4.3.2. Eigenschaften von Wickelverbindungen, Anschlußarmaturen und Drähten	215
3.4.3.3. Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten	219
4. Verbindungen und Anschlüsse, hergestellt durch Bewegungsvorgänge	222
4.1. Allgemeines, Systematisierung	222
4.1.1. Kriterium „Wirkbewegung“	223
4.1.2. Kriterium „Übertragung des Kontaktdrucks“	225

4.2. Klemmen	226
4.2.1. Grundlagen der Herstellung von Klemmverbindungen	226
4.2.2. Ausführungsformen und ihre Eigenschaften	228
4.3. Stecken	236
4.3.1. Grundlagen der Steckverbindung	236
4.3.2. Ausführungsformen und ihre Eigenschaften	239
5. Vorbereitung der Verbindungs- und Anschlußelemente sowie Möglichkeiten zur Kontaktverbesserung von Aluminium.	253
5.1. Drahtbereitstellung	253
5.2. Verfahren zum Abisolieren	254
5.3. Möglichkeiten zur Verbesserung des Kontaktverhaltens von Aluminium	258
5.3.1. Allgemeines	258
5.3.2. Verbundwerkstoffe	260
6. Aufbau eines Informationssystems der Verbindungs- und Anschlußtechnik	268
6.1. Allgemeines, Prinzipien	268
6.2. Programmablaufpläne zur Auswahl von elektrisch leitenden Verbindungen und Anschlüssen	271
6.3. Datenspeicherung zur Auswahl von Verbindungs- und Anschlußverfahren	282
Literaturverzeichnis	284
Sachwörterverzeichnis	300