

Schoer

Schweißen und Hartlöten von Aluminiumwerkstoffen

2., überarbeitete Auflage

Vorwort

1	Aluminium – Allgemeine Angaben	1
1.1	Überblick der wichtigsten Eigenschaften und Anwendungsgebiete	4
1.2	Lieferformen	9
1.3	Hinweise zur Lagerung und Verarbeitung	12
2	Aluminiumwerkstoffe	13
2.1	Grundwerkstoffe	13
2.1.1	Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften	13
2.1.2	Schweißbeignung	19
2.1.3	Löteignung	23
2.2	Schweißzusätze	25
2.3	Lote	29
2.4	Festigkeitseigenschaften von Schweißverbindungen	29
3	Schweißprozesse	33
3.1	Schmelz-Verbindungsschweißen	33
3.1.1	Gasschmelzschweißen	33
3.1.2	Lichtbogenschmelzschweißen	35
3.1.2.1	Metalllichtbogenschweißen	36
3.1.2.2	Unterpulverschweißen	36
3.1.2.3	Schutzgasschweißen	37
3.1.2.3.1	Schweißzusätze	38
3.1.2.3.2	Schweißschutzgase	38
3.1.2.3.3	Wolfram-Schutzgasschweißen (WSG)	40
	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)	40
	Schweißanlagen	42
	Nahtvorbereitung	45
	Schweißdurchführung beim WIG-Schweißen mit Wechselstrom	45
	WIG-Schweißen mit Gleichstrom – Elektrode minusgepolt	47
	Sonderprozesse des WIG-Schweißens	48
	WIG-Punktschweißen	48
	WIG-Orbitalschweißen	49
	(Wolfram-)Plasmaschweißen (WP)	49
3.1.2.3.4	Metall-Inertgasschweißen (MIG)	50
	Schweißanlagen	51
	Schweißstromquellen	51
	Nahtvorbereitung	53
	Schweißdurchführung	53
	MIG-Sonderprozesse	55
3.1.2.3.5	Hybrid-Schweißverfahren	55
	Laser-MIG-Schweißverfahren	56
3.1.3	Elektronenstrahlschweißen	59
	Knetlegierungen	59
	Gußlegierungen	61
3.1.4	Laserstrahlschweißen	63

	Doppelfokus	65
	Mehrfachfokus	66
	Variable Fokussierung zum Schweißen von Aluminium	68
	Einrichten und Prüfen der Mehrfachfokussierung	68
3.2	Preß-Verbindungsschweißen	73
3.2.1	Widerstandsschweißen	73
3.2.1.1	Widerstands-Punktschweißen	73
3.2.1.2	Widerstands-Buckelschweißen	102
3.2.1.3	Widerstands-Rollennahtschweißen	105
3.2.1.4	Abbrennstumpfschweißen	108
3.2.1.5	Preßstumpfschweißen	109
3.2.1.6	Bolzenschweißen	111
3.2.2	Ultraschallschweißen	114
3.2.3	Reibschweißen	116
3.2.3.1	Konventionelles Reibschweißen	116
3.2.3.2	Rührreibschweißen	122
3.2.4	Kaltpreßschweißen	135
3.2.5	Schockschweißen (Sprengschweißen, Explosivschweißen)	136
3.2.6	Diffusionsschweißen	138
3.2.7	Hochfrequenzschweißen	141
3.2.7.1	Widerstands-Hochfrequenzschweißen	141
3.2.7.2	Induktions-Hochfrequenzschweißen	141
4	Vor- und Nachbehandlung von Schweißkonstruktionen	145
	Vorbehandlung	145
	Nachbehandlung	145
5	Lötprozesse	148
5.1	Hartlöten	150
5.1.1	Hartlöten mit Flußmitteln	151
	Vorbehandeln	152
	Flußmittel	152
	Lotzugabe	152
	Nachbehandeln	153
	Lötprozesse	153
5.1.2	Hartlöten ohne Flußmittel	156
5.1.3	Flußmittelfreies Löten mit niedrig schmelzenden Hartloten	162
5.1.4	Hartlöten mit einem nicht korrodierenden Flußmittel	163
6	Thermisches Schneiden	165
6.1	Plasmaschneiden	165
	Plasmalichtbogen	165
	Ablauf des Plasmaschneidvorganges	165
	Stromquelle	166
	Plasmaschneidbrenner	167
	Plasmagase	168
	Plasmaschneidverfahren	168
	Feinstrahl-Plasmaschneiden	168
	Konventionelles Plasmaschneiden	168
	Wasserinjektions-Plasmaschneiden (WIP)	168
	Schneidgeschwindigkeit	169
	Schnittqualität	170
	Metallurgische Einflüsse	172
6.2	Laserstrahlschneiden	173
	Laserstrahlbrennschneiden	174
	Laserstrahlschmelzschneiden	174

7	Auswirkung der Schweißwärme auf den Grundwerkstoff	176
	Nichtaushärtbare Legierungen	176
	Aushärtbare Legierungen	177
	Schliffbilder	180
8	Unregelmäßigkeiten an Schweißverbindungen	186
	Ursache, Auswirkung und Beseitigung	186
	Risse	186
	Poren	188
	Bindefehler	189
	Einbrandkerben und abweichende Schweißnahtform	190
	Einschlüsse	190
9	Qualitätssicherung beim Schweißen von Aluminium und Aluminiumlegierungen ..	193
9.1	Qualitätsanforderungen an den Schweißbetrieb in den verschiedenen Anwendungs- bereichen	193
9.1.1	Allgemeine Anforderungen an den Schweißbetrieb	193
9.1.2	Spezielle Anforderungen an den Schweißbetrieb	194
	Vertragsüberprüfung (Angebotsprüfung)	197
	Konstruktionsüberprüfung	198
	Untervergabe an Zulieferer	199
	Mangelnde Übereinstimmung und verbessernde Tätigkeiten (Instandsetzung und Nacharbeiten)	199
	Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit	199
9.1.3	Qualifikation des Schweißaufsichtspersonals	200
9.1.4	Prüfung des Schweißpersonals – Schweißer und Bedienpersonal von Schweiß- einrichtungen	201
9.1.5	Qualifizierung von Schweißverfahren	202
9.1.6	CE-Kennzeichnung von Produkten	202
9.1.7	Schlußfolgerungen für den Schweißbetrieb	202
9.1.8	Europäische Übergangsregelungen in den verschiedenen Anwendungsbereichen der Schweißtechnik	203
9.1.9	Anforderungen an den Schweißbetrieb nach geltendem nationalem Anwendungs- regelwerk	203
9.2	Qualifizierung des Schweißverfahrens	205
9.2.1	Allgemeines	205
9.2.2	Eurocode 9 (DIN V ENV 1999)	205
9.2.3	Internationale Normen für die Schweißverfahrensprüfung	210
9.3	Qualifizierung des schweißtechnischen Personals für das Schmelzschweißen	216
9.3.1	Normenentwicklung	216
9.3.2	Empfehlungen für das Schutzgas- und Laserstrahlschweißen	217
9.3.3	Nahtvorbereitung	219
9.3.4	Schweißpositionen	220
9.3.5	Schweißerprüfung und Schweißaufsicht	221
9.3.6	Qualitätssicherung von geschweißten Bauteilen	223
10	Prüfen von Schweißverbindungen an Aluminium und Aluminiumlegierungen	230
10.1	Bedeutung der Prüfverfahren	230
10.2	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	230
10.3	Bewertung der inneren und äußeren Unregelmäßigkeiten von Aluminium- Schweißverbindungen nach dem DVS-Bewertungskatalog	232
10.4	Zerstörende Prüfverfahren	235
10.5	Normung zur zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfverfahren	237