

Fügetechnik

Schweißtechnik

erarbeitet von der Fachgruppe
„Schweißtechnische Ingenieurausbildung“
der DVS-Arbeitsgruppe „Schulung und Prüfung“

7., aktualisierte Auflage

Inhaltsverzeichnis

Geleitworte

Vorwort

Autorenverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Schweißtechnik im technisch-wirtschaftlichen Umfeld	1
1.2	Entwicklung der Schweißtechnik	5
1.3	Definition des Schweißens und Prozessbegriffe	8
2	Metallische Werkstoffe und deren Schweißverhalten	11
2.1	Schweißbarkeit	11
2.2	Aufbau von Schweißverbindungen	13
2.3	Ursachen und Vermeidung der Rissbildung beim Schweißen	21
2.4	Sprödbruchsicherung geschweißter Bauteile	27
2.5	Schweißen metallischer Werkstoffe	33
2.5.1	Allgemeine Baustähle nach DIN EN 10025	33
2.5.2	Feinkornbaustähle	36
2.5.3	Niedriglegierte Stähle	38
2.5.4	Nichtrostende Stähle	42
2.5.5	Austenit-Ferrit-Verbindungen	47
2.5.6	Eisen-Kohlenstoff-Gusswerkstoffe	50
2.5.7	Aluminiumwerkstoffe	52
2.5.8	Nichteisenmetalle	57
2.5.9	Nicht artgleiche Metallverbindungen	60
3	Prüfen von Schweißverbindungen	62
3.1	Zerstörende Prüfverfahren	62
3.1.1	Zugversuch	62
3.1.2	Kerbschlagbiegeversuch	65
3.1.3	Biegeversuch	68
3.1.4	Härteprüfung	69
3.2	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	70
3.2.1	Eindringverfahren (PT)	70
3.2.2	Magnetpulverprüfung (MT)	72
3.2.3	Ultraschallprüfung (UT)	75
3.2.4	Durchstrahlungsprüfung (RT)	77
4	Schweißprozesse und Geräte	81
4.1	Schmelzschweißprozesse	81
4.1.1	Gasschmelzschweißen	82
4.1.2	Lichtbogenschweißen	89
4.1.2.1	Lichtbogen und Arbeitspunkt beim Schweißen	90
4.1.2.2	Schweißstromquellen	93
4.1.2.3	Lichtbogenhandschweißen	98
4.1.2.4	Unterpulverschweißen	106
4.1.2.5	Schutzgasschweißen	111
	Metall-Schutzgasschweißen (MSG)	112
	Wolfram-Schutzgasschweißen	119
	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)	119
	Plasmaschweißen	122
4.1.3	Weitere Schmelzschweißprozesse	125
4.1.3.1	Gießschmelzschweißen/Thermitschweißen	125
4.1.3.2	Elektroschlackeschweißen und Elektrogasschweißen	127

4.1.3.3	Elektronenstrahlschweißen	130
4.1.3.4	Laserstrahlschweißen	134
4.2	Pressschweißprozesse	137
4.2.1	Widerstandsschweißen	138
4.2.1.1	Widerstandspunktschweißen	139
4.2.1.2	Buckelschweißen	145
4.2.1.3	Rollennahtschweißen	146
4.2.1.4	Widerstandsstumpfschweißen	147
4.2.2	Weitere Pressschweißprozesse	150
4.2.2.1	Kaltpressschweißen	151
4.2.2.2	Sprengschweißen	153
4.2.2.3	Ultraschallschweißen (Metalle)	154
4.2.2.4	Reibschweißen	156
4.2.2.5	Diffusionsschweißen	160
4.2.2.6	Lichtbogenpressschweißen	163
4.3	Schweißen und Schneiden unter Wasser	167
5	Kunststoffschweißen	172
6	Löten	178
7	Metallkleben	188
7.1	Einführung	188
7.2	Klebstoffe	188
7.2.1	Nichtabbindende Klebstoffe	189
7.2.2	Physikalisch härtende Klebstoffe	189
7.2.3	Chemisch härtende Klebstoffe	190
7.3	Klebvorgang	191
7.4	Konstruktion von Klebverbindungen	191
7.5	Mechanische Eigenschaften von Klebverbindungen	193
8	Beschichten	196
8.1	Auftragschweißen	197
8.2	Thermisches Spritzen	201
9	Thermisches Schneiden	205
9.1	Brennschneiden und Brennfugen	205
9.2	Plasmaschneiden	209
9.3	Laserstrahlschneiden	212
10	Konstruktion	215
10.1	Stoßarten, Nahtarten, Schweißpositionen und zeichnerische Darstellung	215
10.2	Schweißnahtvorbereitung	221
10.3	Gestaltungsgrundsätze	223
10.4	Ermittlung der Spannungen und Querschnittswerte	228
10.5	Vorwiegend ruhend beanspruchte Schweißverbindungen	231
10.5.1	Sicherheitskonzept gemäß DIN 18800-1	231
10.5.2	Berechnungsbeispiele von vorwiegend ruhend beanspruchten Schweißverbindungen nach DIN 18800-1	235
10.6	Nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Schweißverbindungen	240
10.6.1	Grundlagen	240
10.6.2	Berechnungsbeispiele einer nicht vorwiegend ruhend beanspruchten Schweißverbindung (dynamische Beanspruchung).....	245
10.6.3	Normen, Regelwerke und Schrifttum	249
10.7	Anwendungs- und Ausführungsbeispiele	254
10.7.1	Geschweißte Konstruktionsdetails aus dem Stahlhochbau	254
10.7.2	Stahlbrückenbau	260

10.7.3	Kranbau	264
10.7.4	Schweißen von Betonstahl	269
10.7.5	Bau von meeres-technischen Anlagen	273
10.7.6	Schiffbau	277
10.7.7	Behälter-, Dampfkessel- und Rohrleitungs- bau	279
10.7.8	Bau von kerntechnischen Anlagen	282
10.7.9	Maschinenbau	285
10.7.10	Fahrzeugbau	292
10.7.11	Schweißen im Luft- und Raumfahrzeugbau	298
10.7.12	Schweißen in Feinwerktechnik und Elektronik	304
11	Schweißtechnische Fertigung	309
11.1	Spannungen und Deformationen	309
11.2	Schweißfolge	315
11.3	Richten und Flammrichten	321
11.4	Thermische Behandlungen in Zusammenhang mit Schweißvorgängen	323
11.5	Fertigungsplanung	328
11.5.1	Schweißtechnischer Eignungsnachweis	328
11.5.2	Schweißtechnische Ausbildung und Prüfung	333
11.5.3	Kalkulation von Schweißarbeiten	338
11.5.4	Schweißtechnische Fertigungsunterlagen	340
11.5.5	Wahl des Schweißverfahrens	342
11.5.6	Wahl der Schweißmaschinen und -geräte	345
11.5.7	Wahl der Schweißzusätze und -hilfsmittel	347
11.5.8	Schweißtechnische Software	350
11.5.9	Kapazitätsplanung	353
11.6	Rationalisierung und Produktivitätserhöhung	355
11.7	Schweißtechnischer Gesundheits- und Arbeitsschutz	361
11.8	Zertifizierungen	366
11.9	Qualitätsmanagementsystem (Qualitätsmanagement- Handbuch)	370
12	Schweißtechnische Information und Dokumentation	374
Anhang	376	376
Metallographische Bilder von Schweißnähten		376
Zustandsschaubilder Eisen – Kohlenstoff und Eisen – Eisenkarbid		380
Zusammenstellung der Anlass- und Glühfarben		381
Hinweis auf Richtlinie DVS®-IIW/EFW 1173 (2004-08): Internationaler Schweißfachingenieur (SFI)		382
Stichwortverzeichnis		383